

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

«На правах рукопису»

УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О.В.Гондлях

« » _____ 2018р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 133 - Галузеве машинобудування

**на тему: «Обертова піч для виробництва цементу «сухим» способом з
модернізацією опірної частини»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) 2 курсу, групи ЛПЗ-71мп

Легкий С.М.

Науковий керівник

професор кафедри ХПСМ,
д.т.н., проф. Гондлях О.В.

Консультант з розділу модернізація

доцент каф. ХПСМ,
д.т.н., доц. Щербина В.Ю.

Консультант (ТМ та Е)

старший викладач кафедри ХПСМ,
Борщик С.О.

Рецензент

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відомих посилань

Студент (-ка) _____

Київ -2018 рік

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність – 133 - Галузеве машинобудування

Спеціалізація - Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.В.Гондлях
« ____ » 2018 р

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Легкому Сергію Миколайовичу

1. Тема дисертації «Обертова піч для виробництва цементу «сухим» способом з модернізацією опірної частини», науковий керівник дисертації Гондлях Олександр Володимирович, д.т.н., професор, затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 2018р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження _____

4. Вихідні дані: _____

5. Перелік завдань, які потрібно розробити _____

6. Орієнтований перелік графічного (ілюстративного) матеріалу _____

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Наукові розробки, плагіат	Щербина В.Ю., доцент каф. ХПСМ		
Технологія монтажу та експлуатації	Борщик С.О., ст. викл. каф. ХПСМ		

Дата видачі завдання _____

Календарний план

№	Назва етапів виконання дисертації	Строк виконання	Примітка

Студент _____

Керівник _____

ЗМІСТ

Реферат з ключовими словам (укр. мова).....	1
Реферат з ключовими словами (англ. мова).....	1
Реферат з ключовими словами (рос. мова).....	1
Перелік позначень	1
Пояснювальна записка до графічної частини	50
Розрахунки.....	26
Технологія експлуатації та монтажу.....	18
Додатки.....	6

					<i>ЛПз71мп.043284.00-70</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Обертова піч для виробництва цементу «сухим» способом з модернізацією опірної частини</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрцшів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Легкий С М</i>					<i>1</i>	
<i>Перевір.</i>		<i>Чемерис А О</i>						
<i>Реценз.</i>						<i>«КПІ» ім. І. Сікорського</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту на тему „Обертова піч 5х100 для виробництва цементу „сухим” способом з модернізацією опірної частини”.

Об’єкт дослідження: обертова піч.

Мета дослідження: модернізація опірної частини обертової печі.

Обертові печі цементної промисловості являють собою важкий по конструкції тепловий і в той же час механічний агрегат, оснащений сучасними методами автоматизації.

В наш час найбільше уваги при проектуванні заводів та виготовлення цементу приділяється вивченню обертових печей, тому що саме в цих пристроях відбуваються найважливіші фізико – хімічні перетворення, які впливають на якість отримання готового продукту.

В дипломному проекті приведено вибір та обґрунтування модернізації опірної частини, та запропонована нова оригінальна ідея, що значно збільшує річну продуктивність машини, термін служби бандажів за рахунок зменшення навантаження, що в них виникають. Теоретичні ідеї модернізації підтверджені результатами розрахунку, які виконані з допомогою сучасних САПР систем «ANSYS» та «APROKS». Аналіз розрахунків показав можливість впровадження розробленої конструкції в промисловість. Доцільність проведення модернізації підтверджуються економічним розрахунком, який представлений в пояснювальній записці.

Випуск цементу передбачається вести з високим рівнем механізації та автоматизації. Пояснювальна записка містить спеціальний розділ, присвячений автоматизації виробничого процесу. Розділ техніки безпеки та охорони праці представляє необхідні безпечні умови на виробництві.

ОБЕРТОВА ПІЧ, ЦЕМЕНТ, СУХИЙ СПОСІБ, КЛІНКЕР, МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ.

ABSTRACT

Explanatory message to the diploma project on a theme the „Circulating stove 5x100 for the production of cement dry-process with modernization of bearing part”: page.

Research object: circulating stove.

Research purpose: modernization of bearing part of circulating stove.

The circulating stoves of cement industry show by itself heavy for constructions thermal and at the same time mechanical aggregate, equipped the modern methods of automation.

In our time most attention at planning of factories and making of cement spared the study of circulating stoves, because exactly in these devices there are major physici are chemical transformations which influence on quality of receipt of the prepared product.

A choice and ground of modernization of bearing part is resulted in a diploma project, and a new original idea which increases the annual productivity of machine considerably is offered, term of service of bandages due to diminishing of loading, that in them arise up. The theoretical ideas of modernization are confirmed the results of calculation, which are executed with the help of modern SAPR of the systems «APROKS» that «ANSYS». The analysis of calculations rotined possibility of introduction of the developed construction in industry. Expedience of leadthrough of modernization confirmed an economic calculation which is presented in an explanatory message.

It is foreseen to conduct the issue of cement with a high level mechanization and automation. An explanatory message contains the special section, devoted automation of production process. The section of accident and labour protection prevention presents necessary safe terms on a production.

CIRCULATING STOVE, CEMENT, DRY METHOD, CLINKER, MECHANICAL EQUIPMENT.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка к дипломному проекту на тему "Вращающаяся печь 5х100 для производства цемента « сухим » способом с модернизацией опорной части".

Объект исследования: вращающаяся печь.

Цель исследования: модернизация опорной части вращающейся печи.

Вращающиеся печи цементной промышленности представляют собой тяжелый по конструкции тепловой и в то же время механический агрегат, оснащенный современными методами автоматизации.

В настоящее время наибольшее внимание при проектировании заводов и изготовление цемента уделяется изучению вращающихся печей, так как именно в этих устройствах происходят важнейшие физико - химические превращения, которые влияют на качество получения готового продукта.

В дипломном проекте приведен выбор и обоснование модернизации опорной части, и предложена новая оригинальная идея, что значительно увеличивает годовую производительность машины, срок службы бандажей за счет уменьшения нагрузки, у них возникают. Теоретические идеи модернизации подтверждены результатами расчета, выполненные с помощью современных САПР систем «ANSYS» и «APROKS». Анализ расчетов показал возможность внедрения разработанной конструкции в промышленность. Целесообразность проведения модернизации подтверждаются экономическим расчетом, который представлен в пояснительной записке.

Выпуск цемента предполагается вести с высоким уровнем механизации и автоматизации. Пояснительная записка содержит специальный раздел, посвященный автоматизации производственного процесса. Раздел техники безопасности и охраны труда представляет необходимые безопасные условия на производстве.

Вращающаяся печь, ЦЕМЕНТ, СУХОЙ СПОСОБ, клинкер, механического оборудования

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ

N –	потужність,	Вт;
П –	продуктивність,	т/год;
n –	частота обертання,	об/хв;
ρ –	щільність,	кг/м ³ ;
T –	температура,	°С;
p –	тиск,	Па;
E –	модуль пружності,	Па;
σ –	напруження,	Па;
f –	площа поперечного перерізу,	м ² ;
δ –	товщина футеровки,	мм;
L –	довжина,	м;
D –	діаметр,	м;
P –	навантаження,	Н;
η –	коефіцієнт корисної дії,	
μ –	коефіцієнт Пуассона,	
λ –	коефіцієнт теплопровідності,	Вт/м ⁰ С;
α –	коефіцієнт тепловіддачі,	Вт/м ² °С;
U –	прогин,	мм,
V –	швидкість,	м/с;
Q –	теплота,	Дж/м ³ ;

ЗМІСТ

Вступ.....	2
1. Призначення і галузь застосування обертової печі 5х100м.....	4
2. Технічна характеристика обертової печі.....	5
3. Опис печі, її основних частин і принципу дії.....	6
4. Аналіз науково-технічної та патентної літератури, обґрунтування запропонованої модернізації.....	10
5. Автоматична система управління	15
5.1 Технологія випалу цементного клінктуру.....	15
5.2 Автоматизація випалу клінктуру в обертовій печі.....	16
5.3 Опис контуру автоматизації.....	19
6. Стартап проект.....	20
6.1 Опис ідеї проекту.....	20
6.2 Аналіз ринкових можливостей стартап проекту.....	25
6.3 Висновки.....	34
6. Охорона праці та навколишнього середовища.....	35
6.1 Повітря робочої зони.....	37
6.2 Виробниче освітлення.....	39
6.3 Небезпека враження електричним струмом.....	40
6.4 Виробничий шум.....	42
6.5 Безпека від впливу частин, що рухаються або обертаються	43
6.7 Пожежна безпека.....	46
8. Очікувані механіко-економічні показники та висновки.....	46
Література.....	48

Додатки

					ЛПЗ71мн043284.01-70ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Обертова піч для виробництва цементу «сухим» способом з модернізацією опірної частини	Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Легкий С М							
Перевір.		Чемерис А О					1		
Реценз.						«КПІ» ім. І. Сікорського			
Н. Контр.									
Затверд.		Гондляр О В							

ВСТУП

Будівельна галузь є однією з найважливіших галузей народного господарства, від якої залежить ефективність функціонування всієї системи господарювання в країні. Важливість цієї галузі для економіки будь-якої країни можна пояснити наступним чином: капітальне будівництво, напевне, як ніяка інша галузь економіки, створює велику кількість робочих місць і споживає продукцію багатьох галузей народного господарства. Економічний ефект від розвитку цієї галузі полягає у мультиплікаційному ефекті коштів, вкладених у будівництво. Адже з розвитком будівельної галузі будуть розвиватися: виробництво будівельних матеріалів і відповідного обладнання, машинобудівна галузь, металургія і металообробка, нафтохімія, виробництво скла, деревообробна і фарфоро-фаянсова промисловість, транспорт, енергетика тощо. І, вочевидь, як ніяка інша галузь економіки, будівництво сприяє розвитку підприємств малого бізнесу, особливо того, який спеціалізується на оздоблювальних і ремонтних роботах, на виробництві та встановленні вбудованих меблів і т. ін.

Отже, ріст будівельної галузі неминує викликає економічний ріст у країні і виникнення необхідних умов для розв'язання багатьох соціальних проблем. Але на сучасному етапі її розвитку говорити про будь-яку конкурентоспроможність цієї галузі не представляється можливим. Якщо на регіональному рівні чітко просліджується тенденція верховенства будівельних організацій центральних районів та великих міст-мільйонерів у зв'язку з їх значними потужностями і інвестиційною привабливістю, то на глобальному рівні будівельна галузь України програє через брак необхідних фінансових та організаційних перетворень.

Цементна промисловість на теперішній момент перебуває на такій сходинці розвитку, коли технологічне вдосконалення виробництва, ріст

вироблення цементу, покращення економіко-технологічних показників галузі повинне відбуватися шляхом реконструкції та технологічного оновлення діючих цементованих заводів, одже потреба в модернізації. Заплановано збільшувати виробництво високопродуктивних автоматизованих ліній для отримання цементу сухим способом, пришвидшити розробку та впровадження енергозберігаючих технологій у виробництві цементу. Ведеться тривала робота з збільшенням асортименту і підвищенням якості цементу, а також по застосуванню відходів інших галузей промисловості та природних матеріалів як додатки при виробництві компонентних і спеціальних цементів.

Успішне вирішення даних завдань багато в чому залежить від підготовки та кваліфікації спеціалістів, яким у нашій країні приділяють виняткову увагу, тому що від майстерності та високого технічного рівня працівників у вирішальному етапі залежить збільшення продуктивності всієї сфери.

Отже до основних напрямків економічного та соціального розвитку країни в промисловості будівельних матеріалів необхідно збільшити виробництво цементу та поліпшити його якість, тому що конкуренція на ринку будівельних матеріалів зростає з кожним днем. А також необхідно розвивати більш інтенсивне впровадження матеріалів попутного видобутку, вторинної сировини, шлаків і інших відходів для виробництва будівельних матеріалів.

1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ОБЕРТОВОЇ ПЕЧІ

Обертіві печі є однією із найважливіших частин технології отримання цементу. Саме в цих технологічних машинах відбуваються найважливіші фізико-хімічні процеси, які надають напівфабрикату властивостей готового продукту. Виготовлення цементу пов'язане з використанням великої кількості теплової енергії.

Обертіві піч, промислова піч циліндричної форми з обертальним рухом навколо подовжньої осі, призначена для нагріву сипких матеріалів з метою їх фізико-хімічної обробки [1].

Обертіві печі застосовуються для випалу матеріалів у багатьох галузях промисловості: алюмінієвої, хімічної, вогнетривкої, цементний і інших. Однак найбільш широке поширення вони знайшли у виробництві цементу. Пічний агрегат є основним технологічним устаткуванням цементного заводу. Агрегат обладнаний пристроями циркуляційного рідкого змащування вузлів печі. Комплекс контрольно-вимірювальних і регулюючих приладів і пристроїв дозволяє керувати всіма процесами з пульта машиніста.

Головні види цементу, що випускаються в даний час - портландцемент, шлакопортландцемент, пуцелановий цемент. Основою всіх цих видів цементу є клінкер, одержуваний шляхом випалу в печах сировинної маси. Випал може здійснюватися в шахтних чи обертівих печах. Однак у даний час широко поширені обертіві печі для виробництва цементу по сухому способі. Загальна технологічна лінія по цьому способі містить у собі наступні процеси:

- 1) добич сировини і доставка його в сировинний цех заводу;
- 2) дроблення і помел сировини;
- 3) коректування сировинної маси;
- 4) підготовка палива для випалу шихти;
- 5) випал шихти, одержання цементного клінкера і його охолодження;

б) помел клінкера й одержання цементу.

2.ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗОВОЇ МАШИНИ

Продуктивність, т/год.	75
Площа внутрішньої поверхні печі по футеровці, м ²	670
Питома витрата кількості теплоти, кдж/кг	3560
Знімання клінкера з 1 м ² футеровки, кг/(м ² ·год.)	60
Відношення довжини до діаметра	20
Ухил печі, %	3,5
Кількість опор	4
Частота обертання печі:	
від головного привода, об/хв.	1,53
від допоміжного привода, об/год.	3,24
Потужність електродвигуна, кВт	
головного привода	400
допоміжного привода	15
Маса, т:	
обертових частин печі з футеровкою	856
опорного ролика	10,8
бандажа	35
Діаметр, м:	
опорного ролика	1,2
бандажа	5,6
цапфи осі ролика	0,175

3. ОПИС КОСТРУКЦІЇ, ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИП ДІЇ

Обертова піч призначена для використання в технологічних лініях по сухому способі виробництва цементу, а також в інших галузях промисловості, де сировина піддається дробленню, здрібнюванню, сортуванню і випалу (будь-який матеріал), (Рис 3.1).

Конструкція обертової печі модернізована для зниження споживання енергоресурсів.

Застосування п'ятиступінчастого циклонного теплообмінника забезпечує значну економію теплової й електричної енергії.

У складі запічного теплообмінника застосований двуфоркамерний декарбонізатор для більш ефективного спалювання палива, підвищення ступеня декарбонізації сировинної суміші.

Змішувальна камера має циліндричну форму, що дозволяє знизить, металоємність і підвищити стійкість футеровки.

Пічна система сухого способу виробництва цементного клінкера з попередньою кальцинацією — обертова піч з циклонним теплообмінником, обладнана декарбонізаційним вузлом і воздуходувом третинного повітря.

Грубна система дозволяє одержати клінкер необхідної якості з використанням у виді палива - природний газ.

Спеціальна конструкція декарбонізаційного вузла сприяє відновленню частини окислів азоту в пічних газах і скороченню відсотка шкідливих викидів в атмосферу нижче нормативного.

У конструкції обертової печі застосовані новітні технічні рішення. Опори печі виконані з застосуванням підшипників катання, що дозволяє підвищити надійність, знизити на 15-20 % витрату електроенергії і зменшити металоємність і розміри приводного пристрою [2].

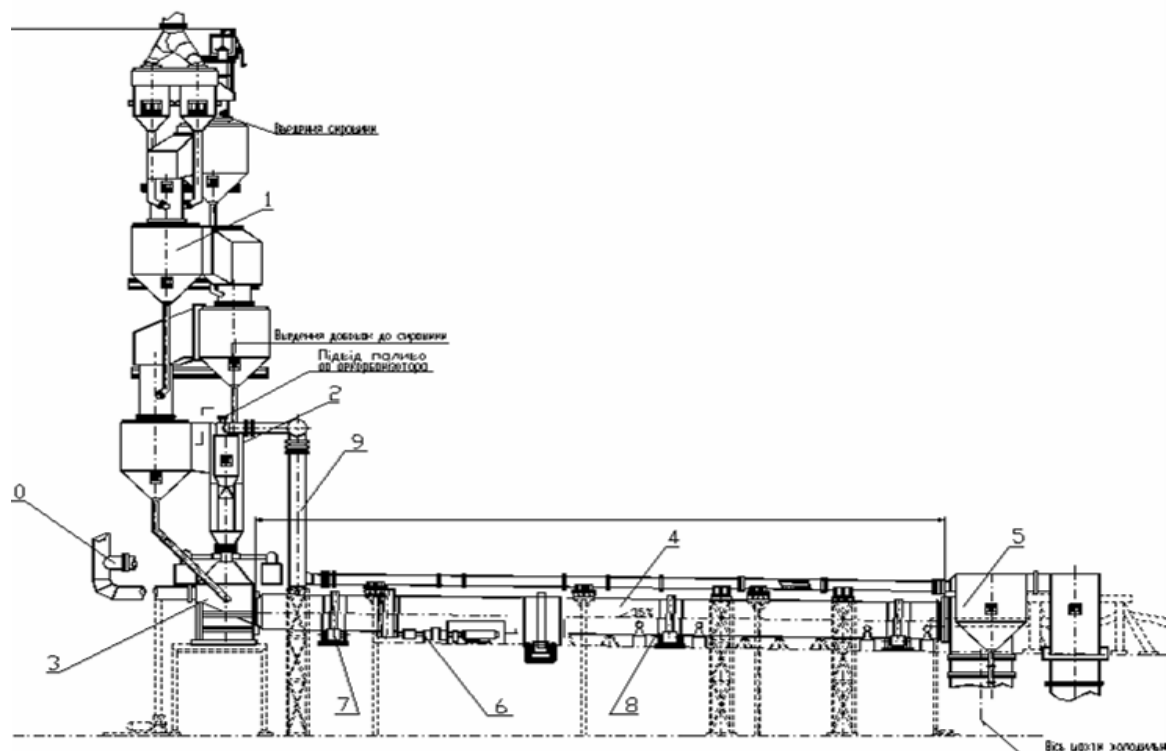


Рис 3.1 Загальний вигляд обертової печі 5×100м з циклонними теплообмінниками.

- 1-блок циклонних теплообмінників,
- 2-узел декарбонізатора,
- 3-загрузочна головка,
- 4-корпус обертової печі,
- 5-холодильник,
- 6-привид печі,
- 7-опора печі,
- 8-гідроупор,
- 9-повітровод.

Вварні бандажі дозволяють підвищити надійність опорного несущого вузла печі, а також збільшити жорскість корпусу печі і термін служби її футеровки.

Система гідравлічних упорів забезпечує зворотно-поступальний рух корпусу печі з метою зменшення і рівномірного зносу поверхонь катання бандажів і опорних чи упорних роликів.

Привод обертової печі має три режими роботи: робоче обертання ($3,2 \text{ хв}^{-1}$; повільне (ремонтне) обертання ($0,2 \text{ хв}^{-1}$) і обертання від мікропривода для автоматичного зварювання кільцевих швів корпусу ($0,023 \text{ хв}^{-1}$). Кожен режим робіт здійснюється від індивідуального привода. Режим "робоче обертання" - від електродвигуна постійного струму через пружну втулочно-пальцеву муфту і циліндричний двоступінчастий редуктор .

З'єднання обертової печі з запічним теплообмінником здійснюється через завантажувальну голівку. Перехідний вузол містить у собі завантажувальний кінець печі з конусом і плитами з жаростійкого матеріалу й ущільнювальні пристрої. Розвантажувальна голівка з'єднує обертову піч з нерухомою шахтою холодильника клінкера й у місці з'єднання з корпусом печі голівка має розширену частину отвором для входу розвантажувального кінця печі. На протилежній торцевій стінці голівки розташовано двері з отвором для введення в піч пальника.

Пристрій для охолодження корпусу печі в зоні спікання зблоковано з установкою контролю температури корпусу печі і запобігання перегріву корпусу печі включенням вентиляторів.

Запічний циклонний теплообмінник призначений для попередньої теплової обробки і часткової декарбонізації сировинного матеріалу шляхом його інтенсивного теплообміну з потоком гарячих газів, що відходять, з печі і декарбонізатора. Циклони теплообмінника мають знижений аеродинамічний опір і підвищений ступінь пиловідділення.

Вихідні патрубки циклонів відрізняються високою довговічністю і можливістю їхньої заміни.

Пропускні тічки постачені гравітаційними затворами блимавками. У газоходах у місцях надходження матеріалу з тічок на шляху його потоку встановлені ефективні розсікателі для рівномірного розподілу матеріалу по перерізу газоходу і кращого теплообміну між газами і сировинним борошном.

Декарбонізаційний вузол, що складається з декарбонізатора і змішувальної камери, технологічно і конструктивно зв'язаний із запічним теплообмінником.

Технологічне призначення вузла — забезпечення високого ступеня декарбонізації основного компонента сировинної суміші — вапняку — перед надходженням її в обертову піч.

Декарбонізатор — вертикальна циліндрична камера з двома форкамерами. Тут здійснюється процес інтенсивного нагрівання сировинного борошна в зваженому стані.

У змішувальній камері гарячі гази декарбонізатора змішуються з потоком пічних газів і відбувається інтенсивний теплообмін, що сприяє більш глибокій декарбонізації сировинного матеріалу. Недопалені частки палива допалюються в змішувальній камері.

Змішаний пилогазовий потік надходить по газоходу в циклон першої ступіні. У випадку важкоспалювального палива передбачений варіант подовженого петлеобразного газоходу. На вході в піч сировинна суміш має температуру 840-860°C и ступінь декарбонізації 85-90%.

В обертовій печі відбувається остаточна теплова обробка сировинної суміші й утворення цементного клінкеру, що надходить у холодильник і прохолоджується повітрям.

4. АНАЛІЗ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТА ПАТЕНТНОЇ ЛІТЕРАТУРИ, ОБГРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ

Численні дослідження в напрямку удосконалювання технології діючих цементних виробництв мокрого і сухого способу показують, що майже усі вони мають значні резерви для істотного поліпшення основних техніко-економічних показників. У періодичній літературі маються посилання на цілий ряд промислових іспитів, у результаті яких досягалося зниження витрати тепла на випал портланд-цементного клінкеру на 10 - 15 % і більш. Але, за рідкісним винятком, ці розробки не знайшли широкого застосування у вітчизняній промисловості. Основне пояснення цьому факту автори бачать у тім, що діюче виробництво, технологічна схема якого має обмежене число ступенів волі, не завжди здатне сприйняти додаткові технологічні операції. Крім того, будь-яке впроваджуване на заводі технічне рішення повинне забезпечити комплекс позитивних ефектів, насамперед по осі енергозбереження - продуктивність - якість. На жаль, не завжди вдається домогтися однозначно позитивної спрямованості ефектів по зазначеній вище осі. Складність моделювання в лабораторних умовах технологічного процесу у всім його різноманітті створює визначених труднощів на стадії проведення досліджень. Перенос же їхнього акценту безпосередньо на цементне виробництво, зв'язаний з визначеною часткою ризику, можливий лише при високому ступені надійності теоретичних пророблень. Тим самим, значимість останніх у сучасних умовах і увага до них виробничників значно підвищується.

При проведенні літературно-патентного пошуку [12] було розглянуто конструкцію обертової печі, її основних частин особливу увагу було приділено опорним вузлам печі, так як ставилася задача спростити й

модернізувати саме цей вузел. В ході розгляду було детально проведено патентний огляд даних конструкцій печі і детально ознайомлено з рядом патентів, які були взяті до уваги.

З метою удосконалення печі проведено літературний огляд та патентний пошук з вибору конструктивного рішення що до її модернізації.

В [15,16] описані конструкції опор обертових печей, в [17] наведені конструктивні рішення для подачі сипучого матеріалу в обертову піч

Завдання патентного пошуку полягає у пошуку та вибору патентів для удосконалення обертової печі, збільшені продуктивності.

В патенті [15] який показано на (рис. 4.1) опорні ролики 1 і 2 спирається бандаж 22. Опора працює наступним чином, опорні ролики 1 і 2 сприймають навантаження від бандажа 22 барабана печі (або іншого апарату) і через підшипники і корпусу підшипників 3 передають вертикальну і горизонтальну складову навантаження на плити 4. Горизонтальна складова навантаження передається на консоль болтовим з'єднанням, С консолі горизонтальна складова передається на раму 7 за допомогою шарнірного з'єднання (захватами 19, 20 і з'єднувальним штирем 21).

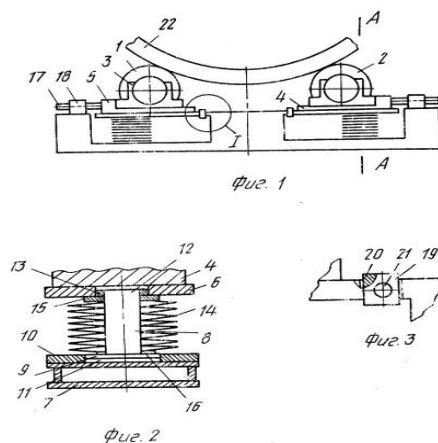


Рисунок 4.1 — Ролико опора

В патенті [16] показана опора печі 1, що містить два зварних бандажі 2 і 3, кожен з яких з'єднаний з одним з двох опорних роликів 4 і 5, розташованих в підшипниках 6 несиметрично щодо осі печі. Опорні ролики 4 і 5 жорстко зафіксовані на опорній рамі 7, виконаної з трьох балок, дві крайні з яких несуть по одному підшипнику 6 (рис. 4.2).

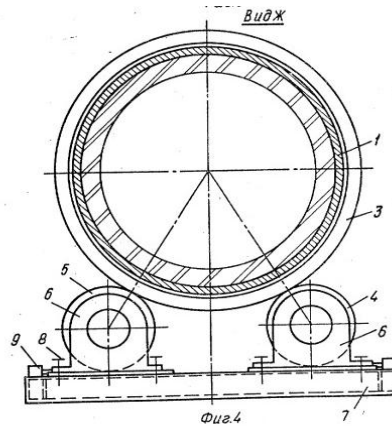


Рисунок 4.2 — опора обертової печі

В патенті [17] показано деталь для подачі сипучого матеріалу в обертову піч, що містить установлену соосно корпусу печі і жорстко з ним з'єднану транспортуючу трубу з грубкою для подачі сировинного матеріалу, що відрізняється тим, що, з метою зменшення пилюки, що транспортує труба виконана з гвинтовими лопатами на внутрішній поверхні, роз'єднувачем на заглушеному розвантажувальному кінці і патрубками, що відводять, розміщеними тангенціально поверхні розвантажувального кінця труби проти напрямку обертання печі.

Зокрема в патенті [18] пропонується на обертову піч, яка містить циліндричний корпус з опорно-упорними вузлами, іншими основними елементами, насадити кільця жорсткості не двотаврової форми, як це зазвичай робиться в таких випадках, а прямокутної форми. Така форма кілець дасть можливість досягти збільшення жорсткості і надійності роботи печі.

В патенті [19] пропонується оновити опорного вузла печі.

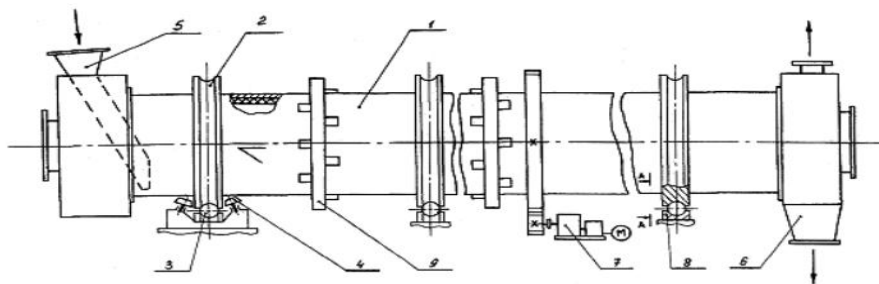
Недоліком печі є велике питоме навантаження на бандажі і опорні ролики за рахунок лінійного стискання бандажів і роликів, що приводить до зношення їх поверхонь. В основу патенту поставлена задача зменшення зношеності поверхонь бандажів. Ця задача вирішується тим, що бандажі кільцеподібної форми опираються на ряд розташованих в жолобі сталених опорних роликів, що призводить до зменшення питомого навантаження на бандажі і опорні ролики за рахунок збільшення кількості поверхонь стискання.

При розгляді вищевказаних патентів було вибрано два, патенти [18] і [19] які, на мою думку, найбільше підходять для подальшого детальнішого огляду та впровадження й модернізацію в моїй дипломній роботі .

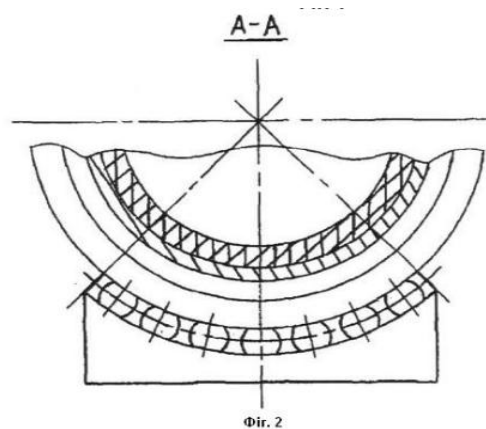
Недоліком печі є велике питоме навантаження на бандажі і опорні ролики за рахунок лінійного стискання бандажів і роликів, що приводить до передчасного зношення їх поверхонь.

В основу патенту поставлена задача зменшити зношеності поверхонь бандажів і роликів, спростити роликовий корпус.

Поставлена задача вирішується тим, що бандажі опираються на ряд розташованих в жолобі сталених опорних роликів, що призводить до зменшення питомого навантаження на бандажі і опорні ролики за рахунок збільшення кількості поверхонь стискання деталей. Це дає змогу різко зменшити зношеність поверхонь бандажів і опорних роликів. На фіг. 1 представлена схема печі; на фіг. 2 - переріз печі з кулями. Піч складається з корпусу 1, бандажів 2, сталених опорних куль 3, упорних роликів 4, завантажувального пристрою 5, вивантажувального пристрою 6, приводу обертання печі 7.



Фіг. 1

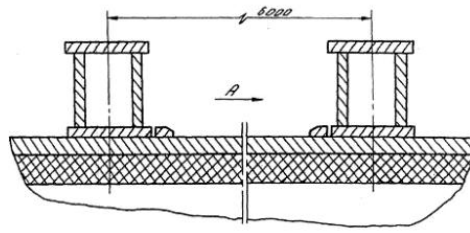


Фіг. 2

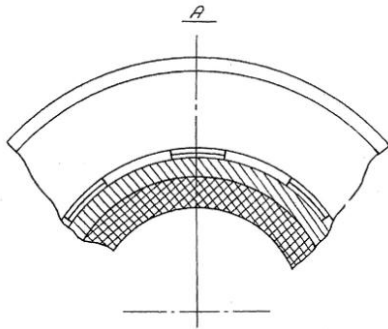
В патенті [19] недоліком печі також є недостатня жорсткість та надійність роботи печі, тому пропонується підвищити жорсткість і надійність роботи печі.

Поставлена задача вирішується тим, що кільця жорсткості виготовлені прямокутної форми, які дозволять підвищити жорсткість і надійність роботи печі у зв'язку з тим, що така форма кілець має найбільш високий осьовий момент інерції перетину та володіє великою жорсткістю при незначному збільшенні маси кільця. на фіг. 2 - схема кріплення кілець жорсткості; на фіг. 3 - перетин печі з кріпленням кілець жорсткості.

Для збільшення жорсткості корпусу печі встановлені кільця жорсткості 8 прямокутної форми перетину, які дозволяють збільшити осьовий момент інерції перетину з 0,41 м⁴ до 0,55 м⁴ та збільшити ресурс роботи між ремонтами з 25900 годин до 32500 годин.



Фиг. 2



Фиг. 3

5. РОЗДІЛ „АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ”

ВСТУП

Автоматизація виробничих процесів - один з найважливіших напрямків технічного прогресу всіх галузей народного господарства нашої країни. У цей час засоби автоматики одержують саме широке застосування в різних сферах діяльності людини.

Автоматикою називається галузь науки й техніки, що охоплює теорію й принципи побудови систем керування, а також сукупність технічних засобів для їхньої реалізації. Під автоматизацією мається на увазі комплекс організаційно-технічних заходів, що приводить до зменшення або повного виключення участі людини в здійсненні виробничого процесу.

5.1 ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСУ ВИПАЛУ ЦЕМЕНТНОГО КЛІНКЕРА

Цементний клінкер обпалюють в обертових печах. Обертова піч являє собою теплообмінний технологічний апарат у вигляді обертові із частотою $0,5—1 \text{ хв}^{-1}$ циліндра, розташованого на опорах. Завдяки нахилу (3- 5% до обрію) і обертанню циліндра на опорах сировинний матеріал безупинно переміщається в печі. Циліндр обертається за допомогою приводу, установлюваного приблизно посередині циліндра.

Обертова піч залежно від характеру процесів, що протікають у гартованому матеріалі на різних її ділянках, умовно може бути розділена на зони сушіння, підігріву, кальцинування, екзотермічних реакцій, спікання й охолодження. Сировинна суміш, що надходить у піч, у зоні сушіння нагрівається до температури мокрого термометра. Ця ділянка характеризується конвективним теплообміном між димовими газами й шламом. Більша частина тепла витрачається на випар фізично зв'язаної вологи. Матеріал переходить у пластичний стан, а наприкінці зони гранулюється. Зона підігріву характеризується швидким ростом температури до 700°C и дегідратацією мінералів сировинної суміші. У цій зоні відбувається променистий теплообмін між футеровкой і матеріалом, газом і матеріалом і регенеративний теплообмін через футеровку.

В наступній зоні — кальцинування — при температурі $850—950^{\circ}\text{C}$ протікає ендотермічна реакція декарбонізації CaCO_3 з виділенням CO_2 . Цю зону можна розглядати як теплообмінник з постійною температурою потоку. У зоні екзотермічних реакцій і спікання протікають реакції новотворів, що приводить до різкого підйому температури матеріалу до 1300°C . Потім відбувається клинкерообразование, причому виникаюча рідка фаза відіграє роль каталізатора для утворення трехкальціевого силікату при температурі 1400°C . Тут поглинається велика кількість тепла, при цьому температура

матеріалу постійна по довжині зони. У зоні охолодження температура клінкера знижується до 1000°C. Остаточо клінкер проохолоджується в холодильниках.

З короткого опису процесів, що відбуваються в обертовій печі, видно, що необхідною умовою протікання Процесу випалу клінкера є підтримка потрібної температури на певних ділянках.

5.2 АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИПАЛУ КЛІНКЕРА В ОБЕРТОВІЙ ПЕЧІ, ЩО ПРАЦЮЄ НА ГАЗОВОМУ ПАЛИВІ

Призначення системи автоматичного регулювання складається в забезпеченні стабілізації якості випалу й зниження витрати палива при заданій продуктивності. Інакше кажучи, ця система призначена для підтримки певної температури в різних зонах печі, а також температури газів, що відходять. Обов'язковою умовою нормальної роботи системи є стабілізація вхідних параметрів - харчування печі шламом і тиску газу.

Для регулювання зазначених величин у системі застосовані регулятори температури зони кальцинування й спікання, що відходять газів, а також регулятори харчування печі шламом і тиску газу. При цьому подача шламу в піч синхронізується зі швидкістю обертання печі.

Система автоматичного регулювання настроєна так, що дія кожного регулятора з появою збурювання в попередній зоні зводиться до своєчасної компенсації відхилення в процесі тільки до рівня, при якому істотно не порушується протікання процесу в наступній по ходу руху матеріалу зоні печі.

У газопроводі тиск газу перед діафрагмою витратоміра стабілізується регулятором тиску прямої дії. Для забезпечення мінімальної витрати палива в системі є ланцюг, що блокує, що обмежує витрату газу залежно від змісту кисню в газах, що відходять.

У зв'язку з тим, що безпосередньо визначити вологість матеріалу за ланцюговою завісою при роботі печі практично неможливо, про неї судять по непрямому показнику - температурі газів, що відходять. Шляхом стабілізації температури газів, що відходять, підтримують сталість вологості матеріалу на даній ділянці печі. Цю температуру регулюють електронним потенцеометром. У пылесадительной камері температуру газів, що відходять, вимірюють термоелектричним термометром, а показання термопар записує потенціометр. У випадку перевищення температурою припустимої межі регулятор впливає на наполнительный механізм, що змінює відкриття жалюзійних шиберів перед димососом. Регулятор діє переривчасто: незначно змінює тягу й очікує результату кожної своєї дії, потім (при необхідності) знову змінює незначно тягу, люка не встановиться необхідна температура. Діапазон, зміни тяги обмежені: нижня межа регулювання встановлюють на основі мінімально припустимої тяги в зоні спікання, а верхній визначають кількістю (%) припустимого віднесення пилу. У зоні кальцинування температуру регулюють позиційним регулятором. Температура матеріалу в цій зоні зберігається в певних межах, причому матеріал надходить у неї підготовленим і потрібно лише незначна зміна подачі палива, щоб одержати гарну якість випалу клінкера. У зв'язку із цим позиційний регулятор починає діяти тільки при зниженні температури матеріалу нижче встановленої межі. У зоні кальцинування температуру вимірюють термопарою, установлені в спеціальній кишені. Внутрішня поверхня кишені автоматично очищається шкребками, що мають вид двох напівдуг, які жорстко скріплені з важелем, що перебуває зовні кишені. При кожному обороті печі в кишеню надходить нова порція матеріалу. Термопару встановлюють у кишені так, щоб при зануренні в матеріал її показання відповідали тільки температурі матеріалу, тому що при роботі печі на термопару впливають фактори, що спотворюють показання: теплоотвод уздовж захисного чохла, що знижує показання, а також випромінювання

футеровки й часток пилю в газі, що підвищує показання термопар. Регулятор температури зони спікання забезпечує в ній заданий температурний режим і необхідна витрата газу. Зона спікання є основною зоною печі - у ній відбувається завершення процесу клинкерообформування. Для одержання клинкера гарної якості необхідно підтримувати в цій зоні певні температурні умови. Тому що виміряти щирі температуру матеріалу в зоні спікання надзвичайно важко, те температуру матеріалу визначають побічно за допомогою радіаційного пірометра. Пірометр сприймає сумарне випромінювання матеріалу, футеровки й смолоскипа. Однак значення променистої енергії, сприйманої радіаційним пірометром, спотворює пил дрібних часток клинкера. Чим менше пилова завіса, тим більше однозначно визначається пірометром стан матеріалу в зоні спікання. Температуру в зоні спікання регулюють за допомогою регулятора із твердим зворотним зв'язком, що забезпечує підтримка заданого співвідношення між показаннями радіаційного пірометра й витратою палива. Регулятор управляє поворотною регулюючою заслінкою, установлені на газопроводі перед форсункою. У системі автоматичного регулювання роботи печі між роботою регуляторів температури зони кальцинування й зони спікання передбачені логічний зв'язок. Якщо температура матеріалу в зоні кальцинування виявиться нижче встановленої норми, то регулятор температури в зоні спікання не може зменшити подачу палива в піч доти, поки температура в зоні кальцинування не увійде в норму. Для стійкої й ефективної роботи системи автоматичного регулювання необхідно строго дотримувати вимоги, пропоновані до технологічного процесу.

5.3 ОПИС КОНТУРУ АВТОМАТИЗАЦІЇ

В перший момент часу ми отримуємо від температурного датчика (термопар) ТХК-2088 контур 22, сигнал про відхилення температури, який

від термопари, поступає в виді електричної величини в виді термоЕРС, від термопари сигнал поступає на вторинний перетворювач ТП-Пт-68 (контур 22, елемент 2) який потрібний для перетворення термоЕРС в стандартну величину 0.5 вольт, сигнал від вторинного перетворювача в стандартному вигляді поступає на прилад температурної реєстрації та управління міліамперметр самопишущий КСУ-2, (контур 22 прилад 3), від приладу реєстрації сигнал попадає на прилад регулювання та управління регулятор електронний Р-12 (контур 22 прилад 4), від нього поступає на боєпасну панель ВІ-12 (контур 22, прилад 5). Тут сигнал роздвоюється, попадаючи на підсилювач У-252 (контур 22 прилад 6) від якого поступає на електромагнітний пускач МКР-058 (контур 22 прилад 7), від пускача відходить система сигналізації пуска індикатор НІ12, пускач також оснащений кнопкою ручного управління КУ-123 (контур 1 прилад 8) з сигналізацією НІ13, після електромагнітного пускача, по лінії зв'язку, електроенергія поступає на клапан який закриває чи відкриває повітрепровід. Таким чином регулюється система повітрепостачання.

6. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ

6.1. ОПИС ІДЕЇ ПРОЕКТУ

Початок ХХІ ст. ознаменувався значними досягненнями в будівельній галузі. Високі темпи будівництва вимагають розробки нових ефективних бетонів. Основою бетону є цемент, який починає свій шлях з кар'єру, але основний етап проходить в обертовій печі.

Таблиця 6. 1 – Опис ідеї стартап–проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Оновлена конструкція	Виготовлення цементу	Підвищення

корпусу для випалу клінкеру		продуктивності проведення процесу
		Перемішування та формування неоднорідних сумішей з новим складом компонентів
		Вища якість продукції
	Застосування простішого обладнання	Підвищення енергоефективності проведення процесу
		Зменшення витрат на придбання обладнання

На даний момент вже розроблена модернізація існуючого обладнання (модернізація печі). Ми гарантуємо ефективність нововведеної модернізації та її швидку окупність внаслідок збільшення енергоефективності, покращенні основних показників продукції, що виробляється тощо. Проект включає в себе створення технічної документації, креслень із застосуванням систем комп'ютерного проектування. Також проект передбачає допомогу в впровадженні інновацій, вирішення проблем, що виникають на виробництві, організацію процесу та забезпечення всіма необхідними довідковими матеріалами, налагодження нового обладнання, його автоматизацію, підготовку персоналу для роботи з ним та допомогу при виникненні проблем з впровадженими інноваціями в обладнанні.

Проведено аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів :

- визначено перелік техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї ;

- визначено попереднє коло конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів–замінників чи товарів–аналогів, що вже існують на ринку, та проведено збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку ;
- проведено порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні); в) кращі значення (S, сильні), наведено в таблиці 6.2. .

Таблиця 6.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
	Мій проект	Кон- курент 1	Кон- курент 2	Конку- рент 3			
Вартість кільця жорсткості, грн	50000	75000	69000	100000	–	–	+
Витрата електроенергії, кВт/год	100	95	100	10	–	+	–
Продуктивність, т/год	78	60	50	70	–	+	–
Вихід бракованої продукції, т/год	1,2	3,4	5,2	2,2	–	–	+

Основною перевагою над конкурентами є: гарантоване отримання більш високих результатів за короткий термін роботи модернізації. Проект працює за трьома основними критеріями роботи – надійність, ефективність та безпека вироблених виробів. Завдяки співпраці оновлене підприємство стане більш енергоефективним, підвищиться якість продукції, що виготовляється. Тобто підприємство стане більш конкурентоспроможним на ринку в Україні та світі. Також одним з основних напрямків діяльності проекту є: створення кращих робочих умов для працівників та їх безпеки при роботі, а також зниження забруднення навколишнього середовища підприємством.

Цемент застосовують в збірних і монолітних конструкціях, що працюють на знакозмінні навантаження.

Розроблення стартап-проекту проводимо згідно методики.

Конструкцію змішувального елемента наведено на рисунку. 6.1.

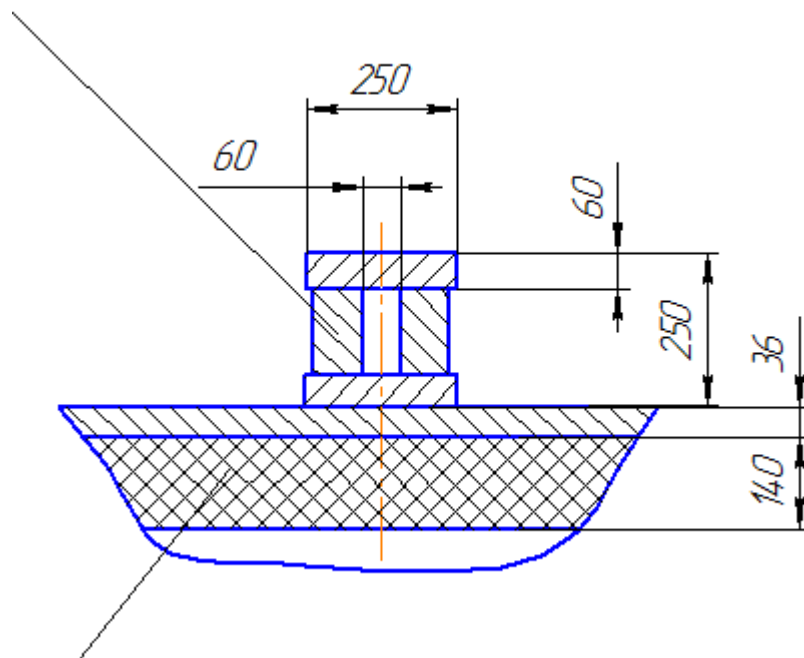


Рисунок 6.1 – Конструкція кільця жорсткості

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових:

1. За якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?

Елементи кільця жорсткості виготовляються на спеціальному металорізальному обладнанні та верстатах з ЧПУ, внаслідок необхідності обробки складних поверхонь.

Чи існують такі технології, чи їх потрібно створювати?

Дані технології існують. В розробці/добробці їх немає необхідності .

2. Чи доступні такі технології авторам проекту?

Так, дані технології доступні.

Таблиця 6.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
	Інтенсифікація процесу цементних виробів	Модернізована конструкція печі для виробництва цементних виробів	На даний момент відомо багато конструкцій печей, однак процес варіння можна зробити	Література для вивчення процесу варіння представлений декількома авторами, для підвищення конкурентоспроможності потребує

			ефективніши м.	подальшого вивчення
2	Підвищенн я енергоефективно сті	Додаткова модернізована печі, нова технологічна лінія виробництва цементу	Наявні, відомі конструкції модернізують ся	На ринку представлено декількома основними виробниками цементного обладнання
3	Оптимізаці я та автоматизація процесу виробництва	Модернізо вана система автоматизації	Наявні, проводиться модернізація	Є доступними для купівлі, впровадження в виробничий процес

За результатами аналізу видно, що можливості технологічної реалізації проекту, а також технологічного шляху, яким це доцільно зробити – є можливим.

6.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначено ринкові можливості, які можна застосувати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть завадити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів–конкурентів .

Спочатку проведено аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 6.4).

Зростання обсягів виробництва до 2008 року. Ця ситуація на ринку нерудних будівельних матеріалів пояснюється тим, що в країні постійно збільшувалися обсяги будівництва .

Падіння обсягів виробництва бетону і відновлення в 2009-2011 роках. Негативна динаміка спостерігалася через фінансову кризу і припинення будівництва .

В Україні працюють наступні виробники бетону: національний виробник будівельних матеріалів ТМ «Бетон від Ковальської», компанія, що спеціалізується на виробництві та доставці товарного бетону «ХАУС-БЕТОН», продаж будівельних матеріалів «Стройкомфорт», виробник бетонних сумішей та залізобетонних виробів «ASTOR», Компанія «БЕТОН ЕНЕРГО», Компанія Промбудцентр, ТзОВ «Бетонбуд». Крім того, є невеликі підприємства–виробники і заводи, які мають виробничі потужності, але через нестачу сировини не функціонують.

В таблиці 6.4 наведено попередні характеристики потенційного ринку стартап-проекту.

Таблиця 6.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
Кількість основних гравців, од	4
Загальний обсяг продаж, грн/ум. од	500
Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Масштабність
Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	ДСТУ, ГОСТ, ISO для продукції, а саме вимоги до токсичності тощо.
Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	67

За результатами аналізу таблиці робимо висновок, що ринок є привабливим для входження за попереднім оцінюванням.

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (таблиця 6.5).

Таблиця 6.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Потреба в бетонних виробках, потреба в підвищенні якості виробни-	Компанії по виготовленні будівельних матеріалів.	ДСТУ, ГОСТ, ISO	<ul style="list-style-type: none"> - до продукції: якісна структура бетону та відповідність всім нормативам, щодо міцності, токсичності; - до компанії-постача-

цтва			льника: якість постачання, швидкість, доступність.
------	--	--	--

Проводимо аналіз ринкового середовища: складаємо таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому заважають (таблиці 5.6, 5.7). Фактори в таблиці подавати в порядку зменшення цінності .

Фактори поділяються на внутрішньо маркетингове середовище та зовнішньо маркетингове середовище. До внутрішньо маркетингових факторів відносяться власний капітал стартап проекту, інтелектуальна ресурси, технологічні ресурси, матеріальні, місцезнаходження. До зовнішньо маркетингового середовища стартап проекту відносяться природні, політико–правові, соціально–культурні, економічні, науково–технічні і демографічні середовища .

Фактори загроз вносимо до таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Фактори загроз

Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
Політико-правові «Закон України про підприємницьку діяльність». «Закони України про ліцензування певних видів господарської діяльності».	Може вплинути на працездатність проекту, купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару Недостатня підтримка державою нових підприємців. Дорого вартісні ліцензії, заборона на діяльність без ліцензії.	Відповідність вимогам законодавства України та країн з якими ведеться співпраця. Зміна напрямків імпорту/експорту

Природні: вплив температури повітря, вологості на структуру цементу.	Руйнування інфраструктури. Проведення досліджень на вплив температури і вологості на структуру цементу	Протидія стихійним явищам, Розробка більш морозостійких цементних виробів
Економічні: інфляція, підвищення цін на сировину	Впливає на купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару	Підвищення/пониження ціни на продукт
Науково-технічні: Зміниться технологія виготовлення товару	Невідповідність технологій споживчих та послуг науково-технічному розвитку. «Консервативність споживачів до запровадження інновацій».	Постійний пошук та моніторинг актуальних тенденцій в обраній та в суміжних сферах діяльності. Інноваційна діяльність.
Демографічні: Зниження народжуваності та кількості населення.	Впливає на купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару	Пошук нових клієнтів для виробництва бетону.
Соціально-культурні: «Консервативність споживачів до запровадження інновацій».	Небажання споживачів купувати нове обладнання	Пропонувати споживачам замість купівлі нового обладнання модернізацію їх виробництва за допомогою наших послуг

Таблиця 6.7 – Фактори можливостей

Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
<p>Науково-технічні застарілі конструкції цементного обладнання</p> <p>Невідповідність продукції наших споживачів та наших послуг науково-технічному розвитку галузі, створення нових рецептур бетонних виробів</p>	<p>Поява нової технології виробництва бетонних виробів.</p>	<p>Розробка нового обладнання та конструкцій змішувальних елементів. Впровадження даної технології та декларування власної ціни на дану пропозицію.</p>
<p>Демографічні :</p> <p>Розвиток будівельної галузі</p>	<p>Збільшення населення, покращується попит на продукцію</p>	<p>Збільшення числа потенційних клієнтів в майбутньому.</p>
<p>Економічні: низьке забезпечення сировиною в Україні для переробки іншими компонентами</p>	<p>Впливає на купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару</p>	<p>Підвищення/пониження ціни на продукт</p>

композиції		
Природні: вплив температури повітря, вологості на структуру бетону.	Розробка більш морозостійких бетонних виробів	Протидія стихійним явищам

Надалі проводимо аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку, отримані дані заносимо до таблиці 6.8.

Таблиця 6.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Тип конкуренції: олігополія	Невелика кількість конкуруючих фірм, при цьому хоча б одна або дві з них, виробляють значну долю продукції даної галузі	Пропозиція унікального продукту на ринку, який дозволить знизити високий бар'єр входу на ринок
2. За рівнем конкурентної боротьби: національний	Забезпечення конкурентоспроможності на світовому ринку	Пропозиція продукту з урахуванням вимог до наслідків його реалізації місцевих громад
3. За галузевою ознакою: галузева	Конкуренція за більш вигідні умови виробництва, за розширення ринків збуту своїх товарів, за	Підвищення ефективності всієї галузі, її технічний рівень та конкурентоспроможність, удосконалення структури

	одержання найбільшого прибутку між конкурентами в одній галузі	виробництва відповідно до нових потреб.
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-родова	Зосередження конкурентоспроможності на якості товару	Постійний моніторинг ринку щодо появи продуктів(технологій) замінників
5. За характером конкурентних переваг: нецінова	Технічні переваги, впровадження нововведень, найефективніші методи збуту товару	Зосередження конкурентоспроможності на якості товару, наданні додаткових послуг та збільшення асортименту
6. За інтенсивністю: марочна	Репутація проекту, створення власного ім'я	Створення високого рівня ділової репутації, що сприятиме впізнаваності стартапу

Після аналізу конкуренції проводимо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі за моделлю 5 сил М. Портера. Згідно цієї моделі розглядаємо 5 основних сил, які необхідно врахувати перед виходом на ринок, опис наведено в таблиці 6.9.

Таблиця 6.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
------------------	---------------------------	-----------------------	---------------	---------	------------------

	ТМ «Бетон від Ковальської», ХАУС-БЕТОН, Стройкомфорт, ASTOR, тощо.	Конкурентом може стати підприємство, яке почне співпрацювати з технічними вузами.	Напрямок по добутті сировини, (бажано купувати сировину в Українських виробників наприклад компанія «БЕТОН ЕНЕРГО» та ін.)	не конкурентоспроможне обладнання; високі ціни на товари ; інші компоненти якісні (метал, деревина, кераміка та інші композиційні матеріали)	
Висновки:	На даний момент більшість конкурентів не створює новий цемент та модернізації обладнання для їх переробки.	- Вхід на ринок можливий, внаслідок того, що промисловість потребує велику кількість конструктивних матеріалів, якими є бетон. - нових конкурентів не знайдено.	Час, ціна та якість сировини для переробки і поставки комплексу туючих та його мінімальна вартість.	Клієнту завжди необхідно: Конкурентноспроможне обладнання за низькою ціною якісне та інноваційне	На даний момент бетон є найпоширенішими матеріалами тому заміники бетону в більшості галузей промисловості відсутні.

Згідно отриманого аналізу конкуренції визначено, що конкуренція на ринку, що важливим конкурентним рішенням є розвиток технології змішування полімерних композицій, шляхом модернізації та створення нового обладнання для їх переробки.

На основі аналізу конкуренції, проведеного в таблиці 5.9, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (таблиця 5.2), вимог споживачів до товару (табл. 5) та факторів маркетингового середовища (таблиці 5.6, 5.7) визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності.

6.3 Висновки

В процесі розробки стартап проекту було розроблено висновки, що можлива ринкова комерціалізація проекту. На користь цього свідчить наявність попиту, що виражена потребою.

У проведеному аналізі було визначено стратегії збуту послуг, та вплив основних факторів на попит послуг, які надаються нашим проектом. Та згідно отриманих даних у нашого проекту є:

- можливість ринкової комерціалізації проекту, оскільки надані послуги наявний попит, динаміка ринку, рентабельність роботи на ринку;
- перспективи впровадження для потенційних груп клієнтів, таких як малі, середні підприємства, що займаються переробкою полімерних матеріалів та суміжні підприємства;
- для ринкової реалізації проекту альтернативою впровадження доцільно обрати створення наукових семінарів та брати участь на виставках в даній сфері.

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Для безпечної роботи обертової печі необхідно:

1.1 Для обслуговування допускаються особи, що знають конструкцію й правила техніки безпеки.

1.2 Силову й освітлювальну мережу виконати в металевих трубах.

1.3 Забезпечити достатнє освітлення робочих місць.

1.4 Не допускати загромадження робочих місць іноземними тілами, забезпечити доступ до печі з усіх боків.

1.5 При роботі на висоті більше одного метра користуватися драбиною.

1.6 При виявленні несправностей у печі запускати її в роботу категорично забороняється.

1.7 При роботі відключити привід печі від мережі й на щитку керування повісити табличку з написом “включати заборонене”.

1.8 Ремонт проводиться при температурі +35С°

1.9 В огляді й ремонті в середині печі повинне працювати не менше двох чоловік, одягнені в спец одяг, після достатньої вентиляції корпусу. При цьому обов'язково вивішується табличка “У барабані люди”.

1.10 При огляді й ремонті використовується переносне висвітлення напругою не більше 12 вольтів.

1.11 Під час пуску й зупинки механізмів повинні подаватися звукові сигнали.

1.12 Ремонт електроустаткування й проводки дозволяється лише електрикам.

1.13 Пускове оснащення й обертова піч повинні бути надійно заземлені.

1.14 Робочі площадки й драбини з метою безпеки й зручності обслуговування повинне надійно кріпитися; площадки повинні мати ширин не менше 55см і огорожною висотою один метр. По периметрі площадки на рівні настилу встановлюється суцільне обшивання висотою 150см. Між обшиванням і поруччям на висоті 500см від настилу встановлюється додаткова загороджувальна планка. Настил на робочих площадках і переходах варто робити із суцільних металевих рифлених листів, або зі спеціальних ґрат. Драбина повинна мати зручні поручні.

Підготовка до роботи й проведення роботи.

2.1 Провести огляд стану й порядку роботи електроустаткування приладів і правильність їхнього змащення.

2.2 Обкатати барабан у холодному стані без завантаження матеріалами протягом 3...6 годин.

2.3 Виконати обкатування барабана під навантаженням з подачею гарячих газів з поступовим досягненням продуктивності й кінцевою вологістю обробляє мого матеріалу до проектного. Гаряче обкатування виконується протягом 24 годин.

2.4 Пуск барабану забороняється при:

- ослаблення кріплень деталей приводу, опор, порушеннях цілісності корпусу;
- наявність вібрації й поштовхів елементів приводу й опорних вузлі

При проектуванні нової техніки і модернізації вже існуючої повинні цілком враховуватися вимоги діючого законодавства по охороні праці і навколишнього середовища.

Охорона праці і навколишнього середовища містять у собі питання безпеки праці, усунення причин травматизму і попередження професійних захворювань, аварійних ситуацій на виробництві; питання правової охорони праці.

Усіляке забезпечення нормальних умов праці – одна з найважливіших задач підйому народного добробуту. Її рішення йде на основі комплексної механізації й автоматизації важких і шкідливих виробничих процесів, широкого впровадження сучасних засобів безпеки, створення на виробництві нормальних санітарно-гігієнічних і побутових умов.

Модернізована у даному дипломному проекті обертова піч застосовується в промисловості будівельних матеріалів і призначена для виробництва бетону сухим способом.

У процесі розробки даного розділу повинні бути розглянуті і розроблені заходи щодо наступного питань охорони праці:

- повітря робочої зони;
- виробниче освітлення;
- небезпека враження електричним струмом;
- виробничий шум;
- небезпека впливу що рухаються й обертаються частин установки;
- пожежна безпека.

7.1. Повітря робочої зони.

Робота машиніста по обслуговуванню обертової печі відноситься до категорії легких фізичних робіт з ГОСТ 12.1.005-88 з енерговитратами 630

кдж/год. Приміщення відноситься до приміщень без надлишку явного тепла до 84 кдж/м³·год. Для даної категорії робіт із прийнятих значень норм мікрокліматичних умов припустимі і фактичні параметри температури, відносній вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні зводимо в табл. 7.1.

Таблиця 7.1.

Сезон	Категорія робіт 1б					
	Температура, °C		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	Допуст.	Фактич.	Допуст.	Фактич.	Допуст.	.
холодний	19-25	19-20	19-20	40-65	Не більш 0,2	0.2
теплий	19-25	19-20	20-20	40-70	Не більш 0,2	0.2

Фактичні параметри метеоумов відповідають нормам ГОСТ 12.1.005-88 і забезпечуються наступними заходами:

у холодний час року підігрів приміщення батареями з теплоносієм водою, нагрітої до $t\ 60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;

у теплий час року загальнобмінною вентиляцією через верхні прорізи вікон, через двері.

Кімната оператора управління знаходиться в приміщенні. Розміри кімнати:

$S=6 \times 12 \times 4=288\text{м}$ Туди може попадати цементний пил.

$288 \times 4=1152\text{м}$ – збільшуємо на 10-30%

$$1152\text{м}=1500\text{м}$$

Вентилятор МЦ-4, кількість оборотів $n=1410$, КПД=0,35

Продуктивність дорівнює 1500м у відповідності з СНіП 2.04.05-84 – для вентилятора.

7.2 Виробниче освітлення

У денний час виробниче приміщення освітлюється природним світлом. Для цього вибирається бічне освітлення, через світлові прорізи в зовнішніх стінах. Розміри вікон 15х20м, їх кількість 10.КПО=1,6%.

Згідно СНіП II-4-79, робота з обслуговування устаткування відноситься до VI розряду підрозряду «а», тобто загальне спостереження за технологічним процесом. При цьому робоче місце машиніста обертової печі повинне мати освітленість робочої зони $E_{\text{нор}}=150$ лк.

Устаткування працює в 3 зміни, виробництво безперервне. У темний час доби у приміщенні застосовується загальна освітленість люмінесцентними лампами ЛДЦ-40, їх кількість 55 з потужністю 40 Вт, світловим потоком $F = 2100$ лм і освітленістю $E_{\phi} = 100$ лк..

Знайдемо світловий потік:

$$F = \frac{150 \cdot 1.4 \cdot 600 \cdot 1.15}{55 \cdot (32/100)} = 8232.9(\text{лм}) \quad (7.1)$$

$$E_{\phi} = \frac{FN\eta}{Sk_3\alpha} = 151.2(\text{лк}) \quad (7.2)$$

Визначивши світловий потік однієї лампи, вибираємо газорозрядні лампи типу ДРЛ-250 потужністю 250 Вт, світловим потоком $F=1900$ лм (з відхиленням від розрахункового світлового потоку на 8%, що допускається) при напрузі 220

Тоді фактична освітленість буде $E_{\phi}=160$, що і відповідає СНиП II-4-79.

7.3 Небезпека враження електричним струмом.

Виробниче приміщення, у якому встановлений пункт керування обертовою піччю, відповідно до діючих правил (ПУЕ) відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою поразки людей електричним струмом.

Для живлення установки використовується трифазна напруга 220/380 В, з частотою 50 Гц і ізольованою нейтраллю.

Причини враження обслуговуючого персоналу можуть бути наступні:

- помилкове вмикання установки;
- пробій на корпус;
- дотик людей до відкритих струмопровідних частин електроустаткування;
- старіння ізоляції і втрата її ізоляційних властивостей;
- дотик до частин установки, що можуть виявитися під напругою у випадку короткого замикання.

Трифазні ланцюги згідно “Правилам устрою електроустановок” (ПУЕ), при напрузі до 1000 В приймаються як трехпровідні ланцюги з ізольованою нейтраллю.

Для трехпроводной мережі з ізольованою нейтраллю при режимі роботи у випадку дотику до однієї фази струм через людину дорівнює:

$$I_4 = \frac{U_{\Phi}}{R + \frac{r}{3}} = \frac{220}{1200 + \frac{80000}{3}} = 0.0078(A), \quad (7.1.)$$

де $U_{\Phi} = 220V$ - фазну напругу;

$R_4 = R_{мч} + R_o + R_n + R_{кн} = 800 + 250 + 100 + 50 = 1200$ Ом - опір людини;

r -опір мережі.

Таким чином, небезпека враження для людини визначається опором ланцюга людини. Зі зменшенням цих опорів ця небезпека збільшується.

Як величину тривалої враження струмом при нормальних умовах застосовують силу струму $I = 0,01$ А. При тривалому влученні під напругу силу струму, що допускається, приймають рівній силі струму, не зухвалих порушень у режимі ритму роботи серця.

Припустиму величину напруги дотику визначають як:

$$U_g = I_4 \cdot R_4 = 0,01 \cdot 1200 = 12(V). \quad (7.2.)$$

Для короткочасного перебування під напругою

$$U = I_4 \cdot R_4 = 0,065 \cdot 1200 = 78(V), \quad (7.3.)$$

де $I_{чм} = 0,065$ А - сила струму, що допускається, при дії в плині 1 сек.

Безпека експлуатації устаткування забезпечується поруч організаційних і технічних мір захисту: застосуванням малих напруг, захисним поділом мереж, контролем і профілактикою ушкодження ізоляції, подвійною ізоляцією, забезпеченням неприступності струмоведучих частин, захисним заземленням, захисним зануленням, захисним відключенням, застосуванням засобів індивідуального захисту й ін.

З метою запобігання травм рекомендується вживати наступних заходів обережності:

- рубильники включення установки повинні знаходитися в спеціальній шафі;
- силові кабелі помістити в спеціальні захисні металеві рукава;
- передбачити спеціальне захисне відключення установки у випадку влучення людини під напругу;
- на панелі управління передбачити спеціальні лампи включення установки;
- вузли установки, що можуть виявитися під напругою, постачити затисками для підключення заземлення.

Заземлення установки виконується відповідно до ГОСТ 12.1. 030-81.

Біля датчиків заземлення нанести незмивний фарбою знаки «Земля» за ГОСТ 12.1.030-81.

Електрична міцність ізоляції перевіряється на іспитовій напрузі 200 В с частотою 50 Гц у плині 1 хвилини.

Опір ізоляції повинен бути не менш 0,5 мОм.

Електрична апаратура, встановлена усередині робітників приміщень, повинна мати ступінь захисту Ір-51 ГОСТ 14254-80.

Ізоляція провідників вимірюється мегаамперметром П044Т У25-0.4-1970-80.

При заземленому обладнанні отримуємо такий розрахунок :

$$I_4 = \frac{U_{\Phi}}{R + \frac{r}{3}} = \frac{220}{1200 + \frac{80000}{3}} = 0.0078(A), \quad (7.4.)$$

тоді це буде обґрунтовані подальші розрахунки.

7.4 Виробничий шум.

Тому що робота обертової печі зв'язана з механічними рухами, те неминуче виникають шуми, що шкідливо впливають на слуховий апарат людини.

Основними джерелами шуму є:

- електродвигуни приводів;
- зубчасті передачі;
- ланцюгові передачі;
- редуктора;

Рівень звукового тиску в октавних смугах частот рівня звуку й еквівалентні умови звуку для постійних робочих місць, при працюючій печі не повинні перевищувати припустимих величин, установлених за ДСН 3.3.6.037-99.

Тому що при роботі обертової печі шуми непостійні, те максимально встановлені рівні звуку на робочих місцях відповідають величині 80 дБ.

При такому рівні звуку забезпечується збереження слуху працюючих протягом 20 років.

При роботі обертової печі рівень звуку досягає значення 75 дБА .

Таким чином, фактичний рівень звуку нижче, ніж припустимий.

7.5 Небезпека впливу частин установки, що рухаються й обертаються

Небезпечними що рухаються й обертаються частинами обертової печі є:

- корпус печі;
- бандаж;
- відкрита зубчаста передача;
- муфта головного редуктора;
- муфта допоміжного редуктора;

- гідромуфта;
- опорні ролики;

Ці механізми є небезпечними, тому що можливе нанесення механічних травм. З метою запобігання травм встановлені огороження і захисні кожухи.

Для огороження використовуємо зварені з прутів у виді ґрат екрани.

Обертові механізми двигунів і муфт встановлені в нерухомих кожухах.

7.6 Пожежна безпека

Специфічною небезпекою печі являється можливість утворення та вибуху газу внаслідок пошкодження трубопроводів. Суміш газу з повітрям являється вибухонебезпечною при певному процентному співвідношенні газу в суміші.

Мінімальний та максимальний зміст горючого газу в газоповітряній суміші, у межах яких може відбутися вибух, називаються відповідно нижніми та верхніми межами вибуху. Межі вибуху для різних вуглеводневих газів неоднакові. Чим більше у газі важких вуглеводнів, тим вужчі межі вибуховості

Правила безпеки обслуговування окремих агрегатів чи пристроїв повинні бути викладені в інструкції по експлуатації кожного агрегату. До числа загальних вимог відносяться слідуєчі [9].

1. Всі лотки та канали обрамлені кутовим залізом і перекриті листами заліза або залізобетонними плитами.
2. Усі ями, заглиблення, отвори в підлозі та міжповерхових перекриттях, переходи та містки повинні бути обгороджені поручнями висотою не менше 1м

Пожежна безпека відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 забезпечується системами запобігання пожежі, пожежного захисту, організаційно-технічними заходами.

Система запобігання пожежі від електроустаткування містить у собі контроль і профілактику електроізоляції, наявність плавких вставок і запобіжників в електроустаткуванні, використання заземлення для захисту від статичної напруги.

Система пожежного захисту передбачає аварійне відключення й перемикання апаратів; наявність первинних засобів пожежогасіння в тому числі вогнегасників типу ОУ або порошкових вогнегасників; систему оповіщення, світлову й звукову сигналізацію; захист легкозаймистих частин устаткування вогнезахисними матеріалами; використання не горючих матеріалів для акустичної обробки стін і стель; установку автоматичної системи пожежного захисту в приміщеннях, де немає робітника персоналу; розміри дверей робочого приміщення (евакуація персоналу при пожежі) наступні : ширина дверей не менш 1.5 м; висота дверей не менш 2.0 м; - ширина коридору 1.8 м; робочі приміщення повинні мати два виходи; відстань від найбільш вилученого робочого місця не повинне перевищувати 100 м (СНиП 2.09.02-85)

Організаційні міри пожежної профілактики

1. навчання персоналу правилам пожежної безпеки;
2. наявність необхідних інструкцій і плакатів, плану евакуації персоналу у випадку пожежі.

Приміщення обертової печі відноситься до пожаронебезпечних. Оскільки в приміщенні використовуються прилади з високою температурою, то його варто віднести до категорії "В" пожаронебезпечних приміщень. Клас пожежонебезпеки П1 оскільки в приміщенні знаходяться електроустановки. Приміщення обертової печі можна віднести до вибухобезпечного.

Виробничі приміщення згідно СНиП 2.01.02-85 "Противопожечні норми", є I або II ступенів вогнестійкості.

Необхідно оснастити приміщення первинними засобами пожежогасіння: внутрішніми пожежними водопроводами, ручними і

пересувними вогнегасниками, сухим піском, азбестовими ковдрами. Пожежні крани повинні бути встановлені в коридорах, на площадках сходових кліток, у входів. Щити протипожежного захисту повинні бути оснащені ручними вуглекислотними вогнегасниками, тому що для даного класу приміщень рекомендується використовувати хімічні засоби гасіння пожежі. Для гасіння пожеж у замкнутих обсягах, яким і є приміщення техвідділу, застосовують вуглекислий газ для припинення подачі кисню повітря до вогнища загоряння.

Первинними засобами пожежегасіння можуть послужити ручні вогнегасники типу: ОУ-5 і ОУ-8. У приміщенні як первинні засоби пожежегасіння передбачені порошкові вогнегасники типу ОПС-6, однак їхнє застосування може зробити значний збиток у наслідку псування дорогої електронної апаратури, тому рекомендується застосовувати пінний вогнегасник типу ОХП-10.

8 Очікувані механіко-економічні показники та висновки

Метою даної роботи було проведення модернізації обертової печі. Для цього були проведені наступні етапи виконання роботи:

спочатку було виконано детальне ознайомлення з базовою конструкцією.

Інформація, що була отримана в ході розгляду була використана при виборі шляхів модернізації;

Проведено огляд літератури та патентів. Було переглянуто різноманітні способи вдосконалення різних вузлів та механізмів, які знаходяться в обертовій печі. Внаслідок цього було обрано із запропонованих найбільш вдалі внесення змін у конструкцію та остаточно обґрунтувати напрямки модернізації. У базову конструкцію при цьому було внесено наступне вдосконалення: - модернізована обертова піч відрізняється тим, що

бандажі опираються на ряд розташованих в жолобі сталевих опорних куль.

Обертова піч яка відрізняється тим, що бандажі виконані кільцеподібної форми. Після модернізації вдалося досягнути таких позитивних факторів:

- зменшення питомого навантаження на бандажі і опорні кулі за рахунок збільшення кількості поверхонь стискання деталей.
- збільшити ресурс роботи між ремонтами з 25900 годин до 32500 годин.
- зменшити зношеність поверхонь бандажів і опорних роликів.
- розроблена конструкція збільшує пробіг роботи печі на 20 %.

До недоліків модернізації конструкції можна віднести:

- збільшення загальної маси печі.
- збільшення займаємої площі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даному дипломному проекті на тему „Обертова піч 5х100 для виробництва цементу „сухим” способом з модернізацією опорної частини” розроблені наступні частини: описана базова конструкція, зроблений літературний та патентний огляд стану питання та запропонована і обґрунтована модернізація печі 5х100м. Крім того виконані розрахунки базової та модернізованої оберткових печей, зроблені висновки відносно впровадження розробленої конструкції в промисловість.

В першій частині розглянуто декілька варіантів вирішення завдання з використанням новітньої патентної літератури та мережі INTERNET. В результатах проведеної роботи була запропонована нова ідея модернізації. Теоретичні посилання, викладені в патенті, підтверджені результатами

розрахунку, що забезпечує створення дослідного зразку. Розрахунки виконані після аналізу сучасних САПР систем з допомогою «Весна».

Розробка опорного вузла містить оригінальні ідеї які можуть бути використані при проектуванні аналогічних машин в інших технологічних процесах.

Були проведені параметричні і кінематичні розрахунки основних параметрів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ходоров Е. И. Печи цементной промышленности. Л.: Промстройиздат, 1968, 455с.
2. Силенок С. Г., Гризак Ю. Ф., Лямин В. Н. и др. Печные агрегаты цементной промышленности. М.: Машиностроение, 1984. 166с.
3. Банит Ф. Г., Несвижский О. А. Механическое оборудование цементных заводов. М.: Машиностроение, 1975. 308 с.
4. Бауман В. А., Клушанцев Б. В., Мартынов В. Д. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. М.: Машиностроение, 1981. 324 с.
9. Золотницкий М.Д., Пчелинцев В.А. Охрана труда в строительстве. М.: Высш. шк., 1978. 408 с.
10. Сайт <http://www.fips.ru/> Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент).

11. Сайт <http://pctgazette.wipo.int/>. Всемирная организация интеллектуальной собственности.
12. Сайт <http://www.uipv.org/ru/> Український інститут інтелектуальної власності
13. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту. Розенплентер А.Е., Панішева Т.В. КИЇВ КПІ 2001р
14. Бизнес. Прайс-листы. №48, 2007 года. КИЕВ.
15. Патент SU 1421963 A1. СРСР. Пристрій для подачі сипучого матеріалу в обертову піч. О.И. Авраменко, В.Л. Барон; заявка 28.10.86 р. № 4138732/29-33. Оpubлікована 07.09.88 р., №33.
16. Авторське свідчення SU 1416834 A1 Кл. F27 B7/22, 1986 С.Овсянников.
17. Роликовая опора. Патент. СРСР SU 1768900 A1, кл. F 27 B 7/22 1987.
Автор А.В. Коровкин, Г.В. Беднягин, Л.Ф. Шмельов і А.Ф. Гуйда.
18. Патент UA 80926 F27B7/00 Обертова піч. Гайворонський Віктор Федорович(UA), Посторонко Анатолій Іванович (UA) Номер заявки: u 2013 00630 10.06.2013, Бюл. № 11
19. Патент UA 77826 F27B7/00 Обертова піч Гайворонський Віктор Федорович (UA), Посторонко Анатолій Іванович (UA) Номер заявки: u 2012 10612 25.02.2013, Бюл. № 4

п.п	Предмет пошуку	Країна видачі, вид і номер документа	Сутність заявленого технологічного рішення і ціль його створення
	2	3	4
.	Обертова піч	UA 80926 F27B7/00 Обертова піч Гайворонський Віктор Федорович (UA), Посторонко Анатолій Іванович (UA) Номер заявки: u 2013 00630 10.06.2013, Бюл.№ 11	1. Обертова піч, що містить корпус, бандажі, упорні ролики з підшипником, завантажувальні і вивантажувальні пристрої, привід обертання печі, яка відрізняється тим, що бандажі опираються на ряд розташованих в жолобі сталевих опорних куль. 2. Обертова піч за п. 1, яка відрізняється тим, що бандажі виконані кільцеподібної форми.
.	Обертова піч	UA 27585 F27B7/00 Обертова піч ЩЕРБИНА ВАЛЕРІЙ ЮРІЙОВИЧ, UA, СІВЕЦЬКИЙ ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, UA, ЧЖАН ЮЛІНЬ, ЧЕМЕРИС АНДРІЙ ОЛЕГОВИЧ, UA, БЕЛЬДІЙ ЛЮДМИЛА СЕРГІЙВНА, UA, СТЕПАНОВСЬКИЙ АНАТОЛІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA Номер заявки: u200706293 12.11.2007 ,	Обертова піч, що містить циліндричний корпус з опорно-упорними вузлами, повністю розміщений в ємності, виконаний у вигляді секцій, розташованих уздовж осі корпусу, яка відрізняється тим, що вона додатково містить пристрої контролю угину корпусу печі, які з'єднані з регулятором рівня рідини і розташовані в кожній із секцій.
.	Обертова піч	UA 77826 F27B7/00 Обертова піч Гайворонський Віктор Федорович (UA), Посторонко Анатолій Іванович (UA) Номер заявки: u 2012 10612 25.02.2013, Бюл.№ 4	Обертова піч, що містить корпус, бандажі, опорні і упорні ролики, підшипники, завантажувальні і вивантажувальні пристрої, привід обертання печі, кільця жорсткості, обмежувач кілець, яка відрізняється тим, що кільця жорсткості виконані прямокутної форми
.	Обертова піч	UA 57792 F27B7/00 Обертова піч ЩЕРБИНА ВАЛЕРІЙ ЮРІЙОВИЧ, ШИШКОВСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ, САМІЛЕНКО ЮЛІЯ МИКОЛАЇВНА, КРИВКО ЮЛІЯ ВАСИЛІВНА Номер заявки: u201010558 10.03.2011, Бюл.№ 5, 2011 р.	1. Обертова піч, що містить металевий корпус, футерований вогнетривкою цеглою, виконаною зкомірками на повернутому до корпусу торці, заповненими теплоізоляційним матеріалом, яка відрізняється тим, що комірки мають форму трапеції. 2. Обертова піч за п. 1, яка відрізняється тим, що величина верхньої основи трапеції збільшується по довжині печі у бік зниження температури.
.	Обертова піч	UA 43613 F27B7/00 Обертова 25.08.2009,	Обертова піч, що містить металевий корпус,

		Бюл.№ 16, 2009 р. (72) ЩЕРБИНА ВАЛЕРІЙ ЮРІЙОВИЧ, ВЕЛИЧКО ЮРІЙ МИХАЙЛОВИЧ, ЧЖАН ЮЛІНЬ, СН, СІВЕЦЬКИЙ ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, Номер заявки: u200902615 25.08.2009, Бюл.№ 16, 2009 р.	футерований вогнетривкою цеглою, виконаною з виїмками на повернутому до корпусу торці, заповненими теплоізоляційним матеріалом, яка відрізняється тим, що виїмки мають трикутну форму.
--	--	---	---

.	Роликова опора	Авторське посвідчення СРСР SU 1768900 A1, кл. F 27 В 7/22 1987. АВТОР А.В. Коровкин, Г.В. Беднягин, Л.Ф. Шмельов і А.Ф. Гуйда	З метою підвищення надійності опори за рахунок збільшення її здатності, що компенсує, і зниження металоємності: опора містить опорні ролики з підшипниками, раму, верхня частина якої виконана у виді пружних консольних балок, а нижня частина постачена обмежниками прогину, при цьому консольна балка з'єднана з рамою шарнірно.
.	Роликова опора	СРСР. Авторське посвідчення SU 1488700 A2 Кл. F27 B7/22, 1986 Автори И.В. Кузьо, В.А. Пашинский, А.Н. Пономаренко	Роликоопора обертової печі, що відрізняється тим, що, з метою спрощення конструкції і підвищення надійності її роботи, пружний елемент виконаний у виді затисненого в циліндричних пакетах плоских кілець із пружинної сталі, а упорні підшипники з'єднані між собою дисками, що охоплюють у нижній частині пакет плоских кілець
.	Роликова опора	СРСР. Авторське посвідчення SU 14342260 A1 Кл. F27 B7/22, 1980 Автори В. А. Калабухов Т. М. Саломасів В. Ф. Астафьев	Роликоопора обертової печі отличающаяся тим, що між плоскими кільцями в пакеті плоских кілець установлені прокладки з антифрикційного матеріалу з радіальними пазами для консистентного змащення
.	Роликова опора	Російська Федерація Авторське посвідчення №2044980C1 Кл. F27 B7/22, 1993 Автори А.И.	Роликоопора обертової печі, що відрізняється тим, що упор виконаний у виді втулки, усередині якої розташований підпружинена куля

Розділ «Розрахунки»

1. ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ	2
1.1 Продуктивність печі.....	2
1.2 Потужність привода обертання печі.	Ошибка! Закладка не определена.
2. РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ	5
2.1 Розрахунок опорно-ходової частини.....	5
2.2 Розрахунок вісі опорного ролика.	6
2.3 Розрахунок бандажів.....	Ошибка! Закладка не определена.
3. ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК	11
3.1 Вихідні дані	11
3.2 Витрата повітря на горіння і вихід продуктів горіння.....	13
3.3 Вихід газоподібних продуктів із сировини.....	13
3.4 Кількість пилу, що проходить через циклонні теплообмінники.....	14
3.5 Тепловий баланс пічної установки	15
3.6 Теоретична температура горіння.....	19
4. РОЗРАХУНОК З ВИКОРИСТАННЯМ САД ПРОГРАМ.....	20
ЛІТЕРАТУРА.....	

					<i>ЛПЗ711мп043284.02-70РР</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Легкий С М				Обертова піч для виробництва цементу «сухим» способом з модернізацією опірної частини	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Чемерис А О						1	
Реценз.						«КПІ» ім. І. Сікорського		
Н. Контр.								
Затверд.	Гондляр О В							

1 . ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ

Вихідні дані: піч, діаметр $D=5$ м, довжина $L=100$ м, частота обертання $n=1.53$ об/хв, нахил печі $i=4$ град, кількість опор - 4.

1.1 Продуктивність печі [1]

Розраховуємо продуктивність печі по формулі

$$\Pi = \frac{3,6 \times N_T}{q_n} = \frac{3,6 \times 76285}{3600} = 78 \text{ т/год};$$

де N_T — теплова потужність печі,

$$N_T = k_N \times D_{cv}^2 \times L \times k_{II} = 45 \times 4,4^2 \times 100 \times 0,97 = 76285 \text{ кВт};$$

$k=45$; D_{cv} — діаметр печі у світлі,

$$D_{cv} = D - 2 \times \delta = 5 - 2 \times 0,3 = 4,42 \text{ м};$$

δ — товщина футеровки в зоні спікання, $\delta=100$ мм; k_{II} —поправочний коефіцієнт, $k_{II}=0,97$; q_n — питома витрата тепла на випал перліту, $q_n=3600$ кДж/кг.

Теплові напруження в зоні спікання перевіряємо, використовуючи вираження

$$\sigma_T = \frac{4 \times N_T}{\pi \times D_{cv}^2} = \frac{4 \times 75245}{3,1415 \times 4,4^2} = 5655 \text{ кВт/м}^2.$$

Отриманий результат не перевищує припустимих значень (до 6000 кВт/м² для сухого способу виробництва).

Продуктивність печі як транспортуючого агрегату розраховуємо по формулі:

$$\Pi = \frac{\pi \times D_{cv}^2}{4} \times \varphi \times \rho_{cp} \times g_{cp} = \frac{3,1415 \times 4,4^2}{4} \times 0,08 \times 0,6 \times 10^3 \times 37,7 = 76,4 \text{ т/год};$$

Тут середня швидкість руху матеріалу в печі

$$g_{cp} = \pi \times D_{cv} \times i \times n = 3,1415 \times 4,4^2 \times 0,04 \times 1,53 = 37,7 \text{ м/год};$$

середня щільність матеріалу $\rho_{cp}=0,6 \cdot 10^3$ кг/м³;

середній коефіцієнт заповнення перетину печі $\varphi=0,08$.

1.2 Потужність приводу обертової печі

Для визначення потужності розраховуємо моменти сил опору обертанню печі. Момент, викликаний нецентрово розташованим у печі матеріалом

$$M_1 = G_m \times a = 4,4 \times 10^5 \times 1.1 = 4.85 \times 10^5 \text{ Н} \times \text{м};$$

де G_m — вага матеріалу в печі,

$$G_m = F_m \times \rho_{cp} \times g \times L = 1,1 \times 0,6 \times 10^3 \times 9,81 \times 100 = 4.4 \times 10^5 \text{ Н};$$

Площа матеріалу в печі

$$F_m = \frac{\pi \times D_{cp}^2}{4} \times \varphi = \frac{3,1415 \times 4,3^2}{4} \times 0,08 = 1,1 \text{ м}^2;$$

де a - відстань від вертикальної осі перетину печі до центра ваги перетину матеріалу, по формулі

$$a = R_0 \times \sin(\psi) = 2.09 \times \sin(27^\circ) = 0,27 \text{ м};$$

ψ -кут укосу матеріалу в печі, $\psi = 27^\circ$.

Відстань від центра ваги перетину матеріалу до осі обертання R_0 можна знайти за допомогою рис. 3.1

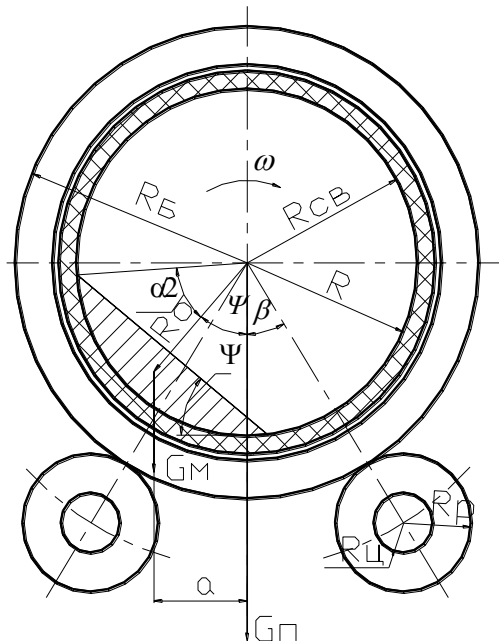


Рис. 3.1 Схема до визначення витрат потужності.

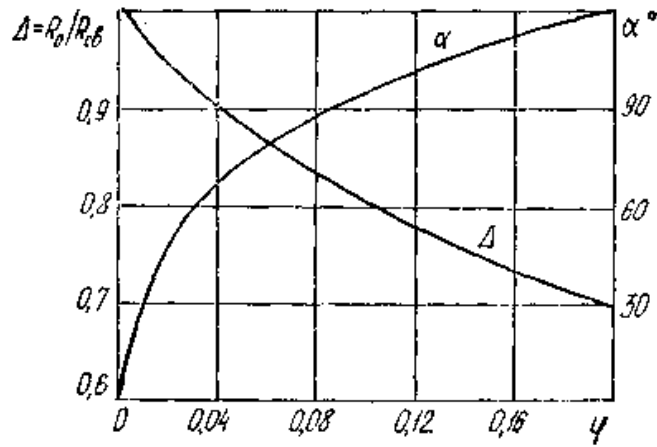


Рис. 3.2 Графік залежності Δ від φ .

Відповідно до графіка рис. 2. при $\varphi=0,08$,

$$\Delta = \frac{R_0}{R_{св}} = 0,84 ;$$

Оскільки

$$R_{св} = \frac{D_{св}}{2} = 2,3 \text{ м};$$

де

$$R_0 = R_{св} \times \Delta = 2,3 \times 0,84 = 2,09 \text{ м};$$

Момент сил тертя катання бандажа по роликах

$$M_2 = \frac{G_{об} \times \mu}{\cos(\beta) \times R_p} \times (R_p + R_o) = \frac{4,8 \times 10^5 \times 0,0005}{\cos(32,5^\circ) \times 0,4} \times (0,4 + 1,34) = 4,4 \times 10^4 \text{ Н} \times \text{м};$$

де $G_{об}$ — загальна вага печі,

β — кут установки роликів щодо вертикальної осі $\beta=32,5^\circ$;

μ - коефіцієнт тертя катання бандажів по роликах, $\mu=0,0005$ м;

Момент сил тертя в підшипниках роlikоопор, наведений до осі обертання печі, визначаємо по формулі:

$$M_3 = \frac{G_{об} + z \times G}{\cos(\beta)} \times f \times \frac{R_u}{R_p} \times R_o = \frac{4,8 \times 10^5 + 2 \times 1,4 \times 10^5}{\cos(32,5^\circ)} \times 0,008 \times \frac{0,13}{0,4} \times 1,34 = 9,4 \times 10^4 \text{ Н} \times \text{м};$$

Тут z_p —число опорних роликів, $z_p=2$; G_p -вага одного ролика разом з віссю, $G_p=1,4 \times 10^5$ Н; f -коефіцієнт тертя в конічних роликотидшипниках опор, $f=0,008$.

Необхідну потужність електродвигуна знаходимо по формулі:

$$N = \frac{(M_1 + M_2 + M_3) \times \omega}{1000 \times \eta_{\text{гл}}} = \frac{(4,85 \times 10^5 + 4,4 \times 10^4 + 9,4 \times 10^4) \times 0,165}{1000 \times 0,95} = 385 \text{ кВт};$$

де $\eta_{\text{гл}}$ — к. п. буд. привода, $\eta_{\text{гл}}=0,95$; ω - кутова швидкість печі, при максимальній частоті обертання $n=1,58$ об/хв,

$$\omega = \frac{\pi \times n}{30} = \frac{3,1415 \times 1,58}{30} = 0,165 \text{ рад};$$

Приймаємо електродвигун АТ2-61-8 потужністю $N=400$ кВт і частотою обертання $n_{\text{дв}}=750$ об/хв.

2. РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ

2.1 Розрахунок опорно-ходової частини[1]

Контактні напруження в парі бандаж-ролик визначаються залежністю:

$$\sigma_k = 0,418 \times \sqrt{\frac{P \times E}{b} \times \frac{(R_d + R_p)}{R_d \times R_p}} = 0,418 \times \sqrt{\frac{2194 \times 10^3 \times 2 \times 10^{11}}{1,5} \times \frac{(2,5 + 0,85)}{2,5 \times 0,85}} = 284 \text{ МПа};$$

де P - максимальне навантаження на опорний ролик при максимальному навантаженні на опору,

$$P = \frac{Q_{\text{max}}}{2 \times \cos(\beta)} = \frac{3700}{2 \times \cos(32,5^\circ)} = 2194 \text{ кН};$$

Q_{max} — максимальне навантаження на опору, $Q_{\text{max}}=3700$ кН;

E — модуль пружності матеріалу бандажа й ролика, $E=2 \cdot 10^{11}$ Па;

b - ширина бандажа, $b=1,5$ м.

Контактні напруження, що допускають

$$[\sigma_k]' = 4,9 \times \text{HB} \times (1 - 0,001 \times \text{HB}) = 4,9 \times 160 \times (1 - 0,001 \times 160) = 510 \text{ МПа} > \sigma_k = 284 \text{ МПа}.$$

Тут HB-твердість робочих поверхонь бандажа й ролика по Бринелю, HB=160.

2.2 Розрахунок вісі опорного ролика

Визначимо напруження в перетинах I, II по формулі й запаси міцності в цих перетинах (схему навантаження див. рис. 3.3).

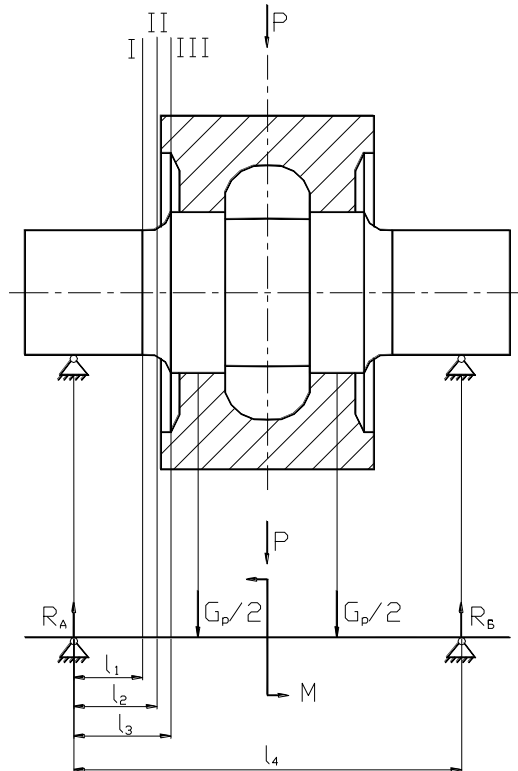


Рис. 3.3 Схема навантаження осі опорного ролика.

$$A=P \times f_c=1500 \times 10^3 \times 0,2=300 \times 10^3 \text{ Н};$$

де f_c — коефіцієнт тертя стали по сталі, $f_c=0,2$.

Згинальний момент від осової сили

$$M=A \times R_p=492 \times 10^3 \times 0,6=295,2 \times 10^3 \text{ Н} \times \text{м};$$

Максимальну реакцію опор знаходимо по формулі:

$$R_A = \frac{P}{2} + \frac{G_p}{2} + \frac{M}{l} = \frac{2194 \times 10^3}{2} + \frac{1,4 \times 10^5}{2} + \frac{120 \times 10^3}{22} = 1600 \times 10^3 \text{ Н};$$

Тут l - відстань між опорами, приймаємо $l=4,6$ м.

Моменти опору перетинів I, II:

$$W_I = 0.1 d_I^3 = 0,1 \times 320^3 = 3,3 \times 10^7 \text{ мм}^3;$$

$$W_{II} = 0.1 d_{II}^3 = 0,1 \times 345^3 = 4,1 \times 10^7 \text{ мм}^3;$$

Тут d d_{II} - діаметри осі в перетинах I, II, $d=320$ мм, $d_{II}=345$ мм.

Нормальні напруги в перетині I визначимо по вираженню

$$\sigma = \frac{R_A \times l_I}{W_I} = \frac{1600 \times 10^3 \times 190}{3,3 \times 10^7} = 9,2 \text{ МПа};$$

Запас міцності отримуємо по формулі з урахуванням ослаблення перетину жолобником:

$$n = \frac{\sigma_{-1} \times k_d \times k_v}{\sigma \times k_\sigma} = \frac{250 \times 0,5 \times 1}{9,2 \times 2,5} = 5,4;$$

де $\sigma_{-1}=250$ МПа (сталь 40Х); k_σ k_d k_v - ефективні коефіцієнти концентрації напруги для жолобника, впливу абсолютних розмірів поперечного переріза (масштабний фактор), впливу стану поверхневого зміцненого шару. Для визначення коефіцієнтів приймемо радіус жолобника $r=20$ мм, тоді

$$r/d_{II}=20/320=0,0625;$$

$$d_I/d_{II}=1000/345=2,8985;$$

Знаходимо коефіцієнт концентрації напруги: при виготовленні осі зі сталі 40Х $\sigma_B=600$ МПа, $k_\sigma=2,5$. Одержуємо коефіцієнт впливу абсолютних розмірів, $k_d=0,5$. Коефіцієнт впливу поверхневого зміцнення $k_v=1$.

У перетині I запас міцності більше припустимого $[n]=1,5$. В інших перетинах запаси міцності ще більше.

2.3 Розрахунок бандажів

Максимальний згинальний момент у перетині бандажа над опорним роликом визначимо по формулі:

$$M_{из} = a_6 \times Q_{max} \times R = 0,08 \times 3700 \times 10^3 \times 2,6 = 0,42 \times 10^6 \text{ Н} \times \text{м} ;$$

де R - внутрішній радіус бандажа, $R=2,6$ м.

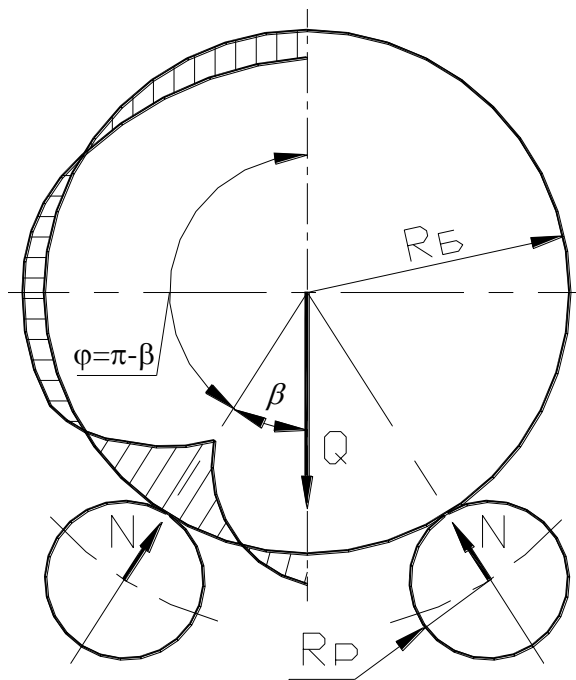


Рис.3.4 Епюра згинальних моментів для кільця, навантаженого ваговим центральним навантаженням й опорними реакціями.

Момент опору перетину бандажа

$$W_6 = \frac{b_6 \times h^2}{6} = \frac{1,2 \times 0,165^2}{6} = 0,0436 \text{ м}^3 ;$$

Тут b_6 - ширина бандажа, $b_6=1.2$ м; h - товщина бандажа,

$$h=R_6- R=2,75-2,6=0,15 \text{ м};$$

Максимальні напруги вигину

$$\sigma_u = \frac{M_{из}}{W} = \frac{0,36 \times 10^6}{0,002} = 180 \text{ МПа};$$

Необхідні для без соромної сполуки нагрітих бандажа й підбандажної обичайки теплові кільцеві зазори визначаємо на опорі 1 (у холодній зоні) і на опорі 2 (у гарячій) по рівнянню:

$$\Delta_x = 2 \times \alpha \times (R_k \times t_k^x - R_{\delta.c} \times t_{\delta}^x) = 2 \times 12 \times 10^{-6} \times (2,2 \times 100 - 2,283 \times 50) = 1,4 \times 10^{-3} \text{ м};$$

$$\Delta_F = 2 \times \alpha \times (R_k \times t_k^c - R_{\delta.c} \times t_{\delta}^c) = 2 \times 12 \times 10^{-6} \times (2,2 \times 350 - 2,283 \times 200) = 3,9 \times 10^{-3} \text{ м};$$

Тут α - коефіцієнт лінійного розширення для сталі, $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$;

R_k - зовнішній радіус під бандажної обичайки з урахуванням товщини прокладок, $R_k = R = 2,2$ м; $R_{\delta.c}$ - середній радіус бандажа,

$$R_{\delta.c} = \frac{R_{\delta} + R}{2} = \frac{2,283 + 2,2}{2} = 2,24 \text{ м};$$

$t_k^x, t_{\delta}^x, t_k^c, t_{\delta}^c$ - температури корпусу й бандажа в холодній і гарячій зонах, відповідно до рекомендацій приймаємо $t_k^x = 100$ °С, $t_{\delta}^x = 50$ °С, $t_k^c = 350$ °С, $t_{\delta}^c = 200$ °С.

Знайдені значення теплового зазору забезпечують спроможність бандажа й під бандажної обичайки в нагрітому стані з нульовим натягом. Якщо прийняти зазори на $\Delta = 4$ мм менше, те забезпечиться посадка бандажа на підбандажну обичайку з тепловим натягом. При цьому відповідно до формули максимально можливий питомий тиск

$$q_T = \frac{\delta}{\frac{\alpha_1 - \mu_1}{E_1} - \frac{\alpha_2 - \mu_2}{E_2}} = \frac{0,88 \times 10^{-3}}{\frac{16,5 - 0,3}{1,8 \times 10^{11}} - \frac{5,8 - 0,3}{1,8 \times 10^{11}}} = 2,35 \text{ МПа};$$

де δ - відносний натяг,

$$\delta = \frac{\Delta}{2 \times R} = \frac{1,4 \times 10^{-3}}{2 \times 2,2} = 0,0015;$$

$$\alpha_1 = \frac{1 + c_1^2}{1 - c_1^2} = \frac{1 + 0,94^2}{1 - 0,94^2} = 16,6;$$

$$\alpha_2 = \frac{1 + c_2^2}{1 - c_2^2} = \frac{1 + 0,84^2}{1 - 0,84^2} = 5,9;$$

$$c_1 = \frac{D_{\delta}}{D} = \frac{4,8}{5} = 0,95;$$

$$c_2 = \frac{D}{D_n} = \frac{5}{5,2} = 0,85;$$

D - внутрішній діаметр бандажа, $D=2 \times R=2 \times 2,8=5,6$ м; D_n - зовнішній діаметр бандажа, $D_n=2R_6=2 \times 2,9=5,8$ м; D_b - внутрішній діаметр під бандажною обичайки, $D_b=1,5$ м; E - модуль пружності для сталі при температурі близько 200°C , $E_1=E_3=1,8 \times 10^{11}$ Па; μ - коефіцієнт Пуассона для матеріалу бандажа й під бандажною обичайки, $\mu_1=\mu_2=0,3$.

Далі визначаємо напруги в бандажі, викликувані тепловим натягом. Напруги на внутрішній поверхні бандажа одержуємо, використовуючи рівняння:

нормальне

$$\sigma_0^e = \frac{1+c_2^2}{1-c_2^2} \times q_T = \frac{1+0,85^2}{1-0,85^2} \times 2,25 = 13,4 \text{ МПа};$$

радіальне

$$\sigma_r^e = -\sigma_T = -2,35 \text{ МПа};$$

Напруги на зовнішній поверхні бандажа знаходимо по формулі

нормальне

$$\sigma_0^h = \frac{2 \times c_2^2}{1-c_2^2} \times q_T = \frac{2 \times 0,85^2}{1-0,85^2} \times 2,25 = 10,75 \text{ МПа};$$

радіальне

$$\sigma_r^h = 0.$$

Еквівалентні напруги на внутрішній поверхні бандажа

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{екв}} &= \sqrt{(\sigma_0^b + \sigma_{\text{и}})^2 - (\sigma_{\text{ч}}^b)^2 - (\sigma_r^b + \sigma_{\text{и}}) \times (\sigma_r^b)} = \\ &= \sqrt{(13,04 + 180)^2 + (-2,25)^2 - (10,78 + 180) \times 2,25} = 142,2 \text{ МПа}; \end{aligned}$$

Напруги, що допускаються, при виконанні бандажа зі сталі 20 ГСЛ [σ]=250Мпа (забезпечується запас міцності більше 1,5).

3 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК

3.1 Вихідні дані.

У результаті розрахунку необхідно визначити: питому витрату тепла, розміри циклонних теплообмінників і обертової печі. Метод теплового розрахунку, а також аеродинамічного розрахунку циклонних теплообмінників, з якого визначають їхні розміри. Тут показане ув'язування теплових розрахунків циклонних теплообмінників і обертової печі.

Розрахунок робимо в наступній послідовності. Визначаємо витрату повітря і вихід продуктів згоряння на $1 \text{ нм}^3/\text{кг}$ палива, вихід газоподібних продуктів випалу на 1 кг клінкера, кількість пилу, що проходить через циклонні теплообмінники на 1 кг клінкера. Далі розраховуємо тепловий баланс установки, з якого знаходимо питому витрату тепла, і потім кількість газів, що проходять через елементи установки. Температури і тепломісткість газів на виході з циклонних теплообмінників і обертової печі визначаємо з рівнянь теплового балансу циклонних теплообмінників, а температуру вторинного повітря, що надходить у піч, — з теплового балансу холодильника. Після цього з рівняння теплообміну в обертовій печі знаходимо її розміри.

Вихідні дані:

- число ступіней циклонних теплообмінників — 4;
- тип холодильника — колосниковий;
- продуктивність грубої установки $B_{кл} = 75 \text{ т/ч}$;
- паливо — природний газ ;
- склад газу:

$CO_2 = 0,12\%$; $CH_4 = 91,5\%$; $C_2H_6 = 4,0\%$; $C_3H_8 = 1,6\%$; $C_4H_{10} = 0,28\%$;
 $C_6H_{12} = 0,13\%$; $N_2 = 2,39\%$;

- теплота згоряння газу $Q_{низ}^P$ — $8929 \text{ ккал/нм}^3 = 37385,7 \text{ кДж/нм}^3$;

- витрата сухої сировини на 1 кг клінкера $G_{\text{м}}^{\text{сух}}$ — 1,65 кг/кг кл;
- втрати при прожарюванні сухої сировини (умовно приймаємо, що в (п.п.п)_м входить тільки $\text{CO}_2^{\text{м}}$ з $\text{CaCO}_3^{\text{м}}$.) (п. п. п)_м — 35,5%;
- вологість сировинної шихти $W_{\text{м}}$ — 1,0%;
- ступінь дисоціації CaCO_3 у циклонних теплообмінниках y — 15%;
- температура пального газу, що надходить у пічну установку, t_2 — 10°C = 283 K;
- кількість повітря, що надходить під ґрати холодильника, $V_{\text{вх}}$ — 2,8 нм³/кг кл;
- температура пилю, що повертається в процес $t_{\text{пл}}$ — 40°C = 313 K;
- присос повітря через не щільності в голівці печі - 5% від загальної кількості повітря, потрібного для горіння палива;
- температура навколишнього повітря $t_{\text{в}}$ — 15°C = 288 K;
- середня температура сировинної шихти, що надходить у 1 циклон, $t_{\text{м}}$ — 40°C = 313 K;
- температура газів на виході з 1 циклона $t_2^{\text{омх}}$ — 330°C = 603 K;
- температура клінкера на виході з холодильника $t_{\text{кл}}^{\text{x}}$ — 100°C = 373 K;
- температура надлишкового повітря, що викидається з холодильника в атмосферу, $t_{\text{в}}^{\text{изб}}$ - 1700°C = 1973 K;
- тепловий ефект клінкeroутворення q_p — 439,3 ккал/кг кл = 1839,3 кДж/кг кл;
- кількість первинного повітря — 25% від загальної витрати повітря на горіння;
- температура клінкера на виході з печі $t_{\text{кл}}^{\text{n}}$ — 1200°C = 1473 K;
- коефіцієнт надлишку повітря — за піччю — 1,1, перед IV циклоном — 1,2, за IV циклоном — 1,3, за III циклоном — 1,4, за II циклоном — 1,5, за I циклоном — 1,6;
- коефіцієнт корисної дії електрофільтра $\eta_{\text{елф}}$ = 0,95, циклонів: I - 0,9; II — 0,7; III — 0,7; IV — 0,7;

- втрати тепла в навколишнє середовище, ккал/кг кл (кДж/кг кл): піччю — 120 (502,4); пильною камерою — 5 (21); I циклоном — 4 (16,75); II циклоном — 6 (25,1); III циклоном — 8 (33,5); IV циклоном — 10 (41,8); холодильником — 10 (41,8);
- віднесення пилу з печі в % від сухого матеріалу z — 15.

3.2 Витрата повітря на горіння і вихід продуктів горіння. [2]

Теоретична витрата повітря:

$$\begin{aligned} [V_B^*] &= 0,0238(4CH_4 + 7C_2H_6^P + 10C_3H_8^P + 13C_4H_{10}^P + 16C_5H_{12}^P) = \\ &= 0,0238(4 \cdot 91,5 + 7 \cdot 4,0 + 10 \cdot 1,6 + 13 \cdot 0,28 + 16 \cdot 0,13) = 9,92 \text{ нм}^3 / \text{нм}^3 \text{ газа}. \end{aligned}$$

Практична витрата повітря:

$$V_B^* = \alpha[V_B^*] = 9,92 \cdot 1,1 = 10,91 \text{ нм}^3 / \text{нм}^3 \text{ газа}.$$

Вихід продуктів горіння:

$$\begin{aligned} V_{CO_2}^{T*} &= 0,01(CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10} + 5C_5H_{12} + CO_2) = \\ &= 0,01(91,5 + 2 \cdot 4,0 + 3 \cdot 1,6 + 4 \cdot 0,28 + 5 \cdot 0,13 + 0,12) = 1,06 \text{ нм}^3 / \text{нм}^3 \text{ газа}; \end{aligned}$$

$$V_{N_2}^{T*} = 0,79V_B^* + 0,01N_2 = 0,79 \cdot 10,91 + 0,01 \cdot 2,39 = 8,64 \text{ нм}^3 / \text{нм}^3 \text{ газа};$$

$$V_{O_2}^{T*} = 0,21(\alpha - 1)[V_B^*] = 0,21(1,1 - 1)9,92 = 0,208 \text{ нм}^3 / \text{нм}^3 \text{ газа};$$

$$\begin{aligned} V_{H_2O}^{T*} &= 0,01(2CH_4 + 3C_2H_6 + 4C_3H_8 + 5C_4H_{10} + 6C_5H_{12}) = \\ &= 0,01(2 \cdot 91,5 + 3 \cdot 4,0 + 4 \cdot 1,6 + 5 \cdot 0,28 + 6 \cdot 0,13) = 2,04 \text{ нм}^3 / \text{нм}^3 \text{ газа}. \end{aligned}$$

3.3 Вихід газоподібних продуктів із сировини.

Загальна кількість CO_2 , що виділилася із сировинної шихти:

$$G_{CO_2}^M = \frac{G_M^{cux}(n.n.n.)_M}{100} = \frac{1,565 \cdot 35,5}{100} = 0,556 \text{ кг} / \text{кг кл},$$

чи

$$V_{CO_2}^M = \frac{G_{CO_2}^M}{\gamma_{CO_2}} = \frac{0,556}{1,977} = 0,281 \text{ нм}^3 / \text{кг кл.}$$

Кількість CO_2 , що виділилася в циклонному теплообміннику IV ступіні:

$$G_{CO_2}^{IV} = \frac{G_{CO_2}^M \cdot y}{100} = \frac{0,556 \cdot 15}{100} = 0,083 \text{ кг} / \text{кг кл.},$$

чи

$$V_{CO_2}^{IV} = \frac{G_{CO_2}^{IV}}{\gamma_{CO_2}} = \frac{0,083}{1,977} = 0,042 \text{ нм}^3 / \text{кг кл.}$$

Кількість CO_2 , що виділилася в обертовій печі:

$$G_{CO_2}^{\Pi} = G_{CO_2}^M - G_{CO_2}^{IV} = 0,556 - 0,083 = 0,473 \text{ кг} / \text{кг кл.},$$

чи

$$V_{CO_2}^{\Pi} = V_{CO_2}^M - V_{CO_2}^{IV} = 0,281 - 0,042 = 0,239 \text{ нм}^3 / \text{кг кл.}$$

Кількість водяної пари:

$$G_{H_2O}^M = \frac{G_M^{сух} W_M}{100 - W_M} = \frac{1,565 \cdot 1,0}{100 - 1,0} = 0,0158 \text{ кг} / \text{кг кл.},$$

чи

$$V_{H_2O}^M = \frac{G_{H_2O}^M}{\gamma_{H_2O}} = \frac{0,0158}{0,805} = 0,019 \text{ нм}^3 / \text{кг кл.}$$

3.4 Кількість пилу, що проходить через циклонні теплообмінники.

Кількість пилу, що унесуть гази з обертової печі:

$$G_{пл}^{\Pi} = \frac{(1 + G_{CO_2}^{\Pi})z}{1 - z} = \frac{(1,0 + 0,473)15}{100 - 15} = 0,26 \text{ кг} / \text{кг кл.}$$

Кількість пилу, що осіла в циклоні IV ступіні:

$$G_{ос}^{IV} = 1,0 + G_{CO_2}^{\Pi} + G_{пл}^{\Pi} = 1,0 + 0,473 + 0,26 = 1,733 \text{ кг} / \text{кг кл.}$$

Загальна кількість пилу, що надходить у циклон IV ступіні:

$$G_{об}^{IV} = \frac{G_{oc}^{IV} + G_{CO_2}^{IV}}{\eta_{цук}} = \frac{1,733 + 0,083}{0,7} = 2,594 \text{ кг} / \text{кг кл.}$$

Кількість пилу, що виходить з IV циклона з газами:

$$G_{вих}^{IV} = G_{об}^{IV} - G_{oc}^{IV} - G_{CO_2}^{IV} = 2,594 - 1,733 - 0,083 = 0,778 \text{ кг} / \text{кг кл.}$$

Результати розрахунку потоків матеріалу в циклонах зведені в табл 3.1

Практична витрата повітря на горіння:

$$V_B = V_B^* V_T \approx 10,91 V_T \text{ нм}^3 / \text{кг кл.}$$

Кількість повітря, що присмоктується через голівку печі:

$$V_B^{Г..П} = 0,05 V_B = 0,05 \cdot 10,91 V_T = 0,545 V_T \text{ нм}^3 / \text{кг кл.}$$

Кількість повітря, що присмоктується за піччю по тракті циклонів:

$$V_B^{XK} = [V_B^* (\alpha_{цук}^I - \alpha_n)] V_T = 9,92(1,6 - 1,1) V_T = 4,96 V_T \text{ нм}^3 / \text{кг кл.}$$

Загальна кількість повітря, що надходить у пічну установку:

$$V_B^{об} = V_{B.X} + V_B^{Г..K} + V_B^{X.K} = 2,8 + 0,545 V_T + 4,96 V_T = 2,8 + 5,5 V_T \text{ нм}^3 / \text{кг кл.}$$

Кількість надлишкового повітря, що викидається в атмосферу:

$$V_B^{изб} = V_{B.X} + V_B^{Г..K} - V_B = 2,8 + 0,545 V_T - 10,91 V_T = 2,8 - 10,365 V_T \text{ нм}^3 / \text{кг кл.}$$

3.5 Тепловий баланс пічної установки.

Тепло згоряння палива:

$$q_{П} = V_T Q_{низ}^P = V_T \cdot 8929 \text{ ккал} / \text{кг кл} = V_T \cdot 37386 \text{ кДж} / \text{кг кл.}$$

Фізична тепломісткість палива:

$$q^{\phi} = V_T c_T t_T = V_T \cdot 0,385 \cdot 10 = 3,85 V_T.$$

Тепломісткість сировини:

$$q_M = (G_M^{сух} c_M + G_w^M) t_M = (1,565 \cdot 0,22 + 0,0158) \cdot 40 = 14,5 \text{ ккал} / \text{кг кл} = 60,7 \text{ кДж} / \text{кг кл.}$$

Тепломісткість повітря:

$$q_B = V_a^{об} c_B t_B = (2,8 + 5,5V_T) \cdot 0,31 \cdot 15 = 13,0 + 25,6V_T \text{ ккал/кг кл} = \\ = 54,4 + 107,2V_T \text{ кДж/кг кл.}$$

Тепловий ефект клінкероутворення:

$$q_P = 439,3 \text{ ккал/кг кл} = 1839,3 \text{ кДж/кг кл.}$$

Втрата тепла на випар води із сировини:

$$q_w^M = G_w^M \cdot 595 = 0,0158 \cdot 595 = 9,4 \text{ ккал/кг кл} = 39,4 \text{ кДж/кг кл.}$$

Втрата тепла з газами, що відходять:

$$q_G^{OTX} = \left[(V_{CO_2}^T + V_{CO_2}^M) c_{CO_2} + V_{N_2}^T c_{N_2} + V_{O_2}^T c_{O_2} + (V_{H_2O}^T + V_{H_2O}^M) c_{H_2O} + V_B^{X.K} c_B \right] t_G^{OTX} = \\ = \left[(1,06V_T + 0,281) 0,4535 + 8,68V_T \cdot 0,3136 + 0,208V_T \cdot \right. \\ \left. \cdot 0,3255 + (2,04V_T + 0,019) 0,3685 + 4,96V_T \cdot 0,316 \right] 330 = 1843V_T + 44,3 \text{ ккал/кг кл} = \\ = 7716,6V_T + 185,5 \text{ кДж/кг кл.}$$

Втрата тепла з віднесенням:

$$q_{ПЛ} = \eta_{ЭФ} 0,29 c_{ПЛ} (t_G^{OTX} - t_{ПЛ}) + (1 - \eta_{ЭФ}) 0,29 c_{ПЛ} t_G^{OTX} = \\ = 0,95 \cdot 0,29 \cdot 0,25 (330 - 40) + (1 - 0,95) \cdot 0,29 \cdot 0,25 \cdot 330 = 21,1 \text{ ккал/кг кл} = \\ 88,3 \text{ кДж/кг кл.}$$

0,29 кг/кг кл — кількість пилу, що уносять гази з І циклона (табл. 3.1).

Втрата тепла з клінкером:

$$q_{КЛ} = c_{КЛ} t_{КЛ} = 0,188 \cdot 100 = 18,8 \text{ ккал/кг кл} = 78,7 \text{ кДж/кг кл.}$$

Втрата тепла з повітрям, що викидається з холодильника:

$$q_B^{ИЗБ} = V_B^{ИЗБ} c_B t_B^{ИЗБ} = (2,8 - 10,365V_T) \cdot 0,31 \cdot 170 = 147 - 546V_T.$$

Втрата тепла в навколишнє середовище $q_{пот} = 163 \text{ ккал/кг кл} = 682,5$

кДж/кг кл. З рівняння теплового балансу визначаємо значення V_T :

$$8929V_T + 3,85V_T + 14,5 + 13,0 + 25,6V_T = 439,3 + 9,4 + 1843V_T + 44,3 + 21,1 + 18,8 + \\ + 147 - 546V_T + 163;$$

$$V_T = 0,1064 \text{ нм}^3/\text{кг кл.}$$

Питома витрата тепла на випал:

$$q_{II} = Q_{\text{низ}}^P V_T = 8929 \cdot 0,1064 = 950 \text{ ккал/кг кл} = 3977,7 \text{ кДж/кг кл.}$$

Потоки матеріалу в циклонах

Таблиця 3.1

Найменування	Одиниця виміру	I _ц иклон	I _ц иклон	I _ц иклон	V _ц иклон	Курна камера	Обертів піч
Кількість пилу, що поступає з газами	кг/кг кл	1 ,1	1 ,0	0 ,778	0 ,26	-	-
Кількість пилу, що поступає з наступного циклона чи бункера сировинної шихти	кг/кг кл	1 ,84	2 ,65	2 ,556	2 ,334	-	-
Загальна кількість пилу, що надходить у циклон	кг/кг кл	2 ,94	3 ,65	3 ,334	2 ,594	-	-
Кількість відкладеного у циклоні пилу	кг/кг кл	2 ,65	2 ,556	2 ,334	1 ,733	-	-
Кількість пилу, що виходить з циклона з газами	кг/кг кл	0 ,29	1 ,1	1 ,0	0 ,778	-	-

Статті теплового балансу зведені в табл. 3.2

Прихід тепла			Витрата тепла		
Найменування	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг кл}}$	%	Найменування	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг кл}}$	%
Тепло від згоряння палива	39 77,7	9 6,9	Теоретичне тепло клінкероутворення	1 839,3	4 4,8
			Втрата тепла на випар води	3 9,6	0 ,99
Фізична тепломіст-кість палива	1, 7	0, 04	Втрата тепла з газами, що відходять	1 006,1	2 4,52
Тепломісткість сировини	60 ,7	1, 46	Втрата тепла з віднесенням	8 8,3	2 ,15
Тепломісткість повітря	66 ,2	1, 6	Втрата тепла з клінкером	7 8,7	1 ,9
			Втрата тепла з повітрям, що викидається з холодильника	3 71,8	9 ,04
			Втрата тепла в навколишнє середовище	6 82,5	1 6,6
Разом	41 06,3	1 00	Разом	4 106,3	1 00

Тепломісткість повітря і палива, що надходять у піч:

$$q'_Г = q_{B_2} + V_B^{Г.К} c_B t_B + q_{B_1} + q_T^\Phi = 175,3 + 0,058 \cdot 0,31 \cdot 15 + 15,3 + 0,4 = 191,3 \text{ ккал/кг кл} = 801 \text{ кДж/кг кл},$$

- на 1 нм^3 газового палива:

$$q'_G = \frac{q'_G}{V_T} = \frac{191,3}{0,1064} = 1794 \text{ ккал/нм}^3 \text{ топл} = 7511,5 \text{ кДж/нм}^3 \text{ топл};$$

- тепломісткість газів, що відходять з печі, і пилу:

$$\begin{aligned} q''_G &= t''_G (V''_{CO_2} c_{CO_2} + V''_{N_2} c_{N_2} + V''_B c_B + V''_{H_2O} c_{H_2O} + G''_{пл} c_{пл}) = \\ &= 1030(0,352 \cdot 0,5324 + 0,835 \cdot 0,334 + 0,104 \cdot 0,335 + 0,216 \cdot 0,412 + 0,26 \cdot 0,25) = \\ &= 676 \text{ ккал/кгкл} = 2830,4 \text{ кДж/кгкл}. \end{aligned}$$

Ступінь тепловикористання по формулі:

$$\eta_{ТЕП} = \frac{q_{II} + q'_G + q''_G}{q_{II} + q'_G} = \frac{950 + 191,3 - 676}{950 + 191,3} = 0,41.$$

3.6 Теоретична температура горіння.

Тепломісткість продуктів горіння:

$$Q_{НИЗ}^P + q'_G = 8929 + 1794 = 10723 \text{ ккал/нм}^3 \text{ топл} = 44897,2 \text{ кДж/нм}^3 \text{ топл}.$$

Теоретична температура визначається по методу підбора.

Тепломісткість продуктів горіння при температурі 2300°C :

$$\begin{aligned} V_{CO_2}^T J_{CO_2} + V_{N_2}^T J_{N_2} + V_{O_2}^T J_{O_2} + V_{H_2O}^T J_{H_2O} &= 1,06 \cdot 1354,7 + 8,64 \cdot 825,7 + 0,208 \cdot 874 + \\ &+ 2,04 \cdot 1099,4 = 11002 \text{ ккал/нм}^3 \text{ топл} = 46065,4 \text{ кДж/нм}^3 \text{ топл}. \end{aligned}$$

Тепломісткість продуктів горіння при температурі $2200^\circ \text{C} = 2473 \text{ K}$ -
 $10463 \text{ ккал/нм}^3 \text{ топл} = 43808,6 \text{ кДж/нм}^3 \text{ топл}.$

Шукана теоретична температура горіння складає:

$$t_{ТЕОР} = 2200 + \frac{10723 - 10463}{11002 - 10463} \cdot 100 = 2248^\circ \text{C} = 2521 \text{ K};$$

$$T_{ТЕОР} \approx 2520^\circ \text{K}.$$

Теплова потужність печі:

$$\theta_{\Pi} = q_{\Pi} B_{\text{кл}} \cdot 1000 = 950 \cdot 38 \cdot 10^3 = 36,1 \cdot 10^6 \text{ ккал/ч} = 42 \cdot 10^6 \text{ Вт}.$$

Поверхню теплообміну визначаємо по формулі:

$$\eta_{\text{ТЕП}} = 0,124 \left(\frac{\sigma T_{\text{ТЕОР}}^4 F_{\Pi}}{\theta_{\Pi}} \right)^{\frac{1}{3}};$$

$$0,41 = 0,124 \left(\frac{4,9 \cdot 10^{-8} \cdot 2520^4 F_{\Pi}}{36,1 \cdot 10^6} \right)^{\frac{1}{3}},$$

звідки внутрішня поверхня печі $F_{\Pi} = 670 \text{ м}^2$.

Питома продуктивність печі:

$$\frac{1000 B_{\text{кл}}}{F_{\Pi}} = \frac{38 \cdot 10^3}{670} = 56,7 \text{ кг/м}^2 \text{ ч}.$$

Внутрішній діаметр печі по формулі:

$$\theta_{\Pi} = 1,5 D_{\Pi}^2 \sqrt{D_{\Pi}} \cdot 36,1 \cdot 10^6 = 1,5 D_{\Pi}^2 \sqrt{D_{\Pi}},$$

звідки $D_{\Pi} = 4,6 \text{ м}$.

Зовнішній діаметр печі з урахуванням товщини футеровки складе $d_{\Pi} = 5,0 \text{ м}$.

Величина

$$1000 \frac{B_{\text{кл}}}{D_{\Pi}^3} = \frac{38 \cdot 10^3}{3,6^3} = 815 \text{ кг/м}^3 \text{ ч},$$

що не перевищує значення, припустиме за умовами клинкеутворення.

Довжина печі:

$$L_{\Pi} = \frac{F_{\Pi}}{\pi D_{\Pi}} = \frac{1217}{3,14 \cdot 4,6} = 94,3 \text{ м}.$$

4. РОЗРАХУНОК ОБЕРТОВОЇ ПЕЧІ 5x100м за допомогою програми «APROKS» для знаходження оптимального кута роликоопори

Вихідні дані

1. Внутрішній радіус футеровки $R_f = 2320 \text{ мм}$
2. Внутрішній радіус корпусу $R_k = 2440 \text{ мм}$
3. Зовнішній радіус корпусу $R_p = 2500 \text{ мм}$

4. Зовнішній радіус бандажу $R_b=2530$ мм
5. Довжина усиленої ділянки печі $L_k=2000$ мм
6. Довжина бандажу $L_b=1200$ мм
7. Довжина першої ділянки печі $L_1=11400$ мм
8. Довжина другої ділянки печі $L_2=30800$ мм
9. Довжина третьої ділянки печі $L_2=20800$ мм
10. Довжина четвертої ділянки печі $L_2=23800$ мм
11. Довжина п'ятої ділянки печі $L_2=8400$ мм

Фізико-механічні властивості.

1. Густина корпусу $\rho = 7.8$ т/м³.
2. Густина футеровки $\rho = 1.8$ т/м³.
3. Модуль пружності корпусу $E = 2 \cdot 10^9$ Па.
4. Модуль пружності футеровки $E = 2 \cdot 10^7$ Па.
5. Коефіцієнт Пуансона корпусу $N = 0.3$.
6. Коефіцієнт Пуансона футеровки $N = 0.3$.
7. Товщина корпусу 0,06 м.
8. Товщина футеровки 0,12 м.

Variable					
	Variable name	Type	Value		
1	Rv	Real	2800		Add...
2	Rp	Real	2500		Edit...
3	Rk	Real	2440		Delete
4	Rf	Real	2320		
5	Ug0	Real	360		Show image
6	Ug180	Real	180		
7	Ug1	Real	210		
8	MRv	Integer	2		Edit...
9	MRb	Integer	2		Delete
10	MRk	Integer	2		
11	MRf	Integer	2		Show image
12	MUg1	Integer	7		
13	MUg0	Integer	25		
14	Lb	Real	1200		Edit...
15	Lk	Real	2000		Delete
16	Lp	Real	$L_k^2 + L_b$		
17	L1	Real	$11400 - L_k$		Show image
18	L2	Real	$30800 - 2 \cdot l_k$		
19	L3	Real	$20800 - 2 \cdot l_k$		
20	L4	Real	$23800 - 2 \cdot l_k$		
21	L5	Real	$8400 - l_k$		
22	ML1	Integer	21		OK
23	ML2	Integer	51		Cancel
24	ML3	Integer	41		
25	ML4	Integer	41		
26	ML5	Integer	15		
27	MLb	Integer	3		
28	q	Real	4.4		
29	Rb	Real	$R_p + 30$		
30	MLK	Integer	5		

Рис 4.1. Параметри проекту

Розрахунок печі будемо проводити для 65 градусів так як показано на початковому кресленні, потім додамо і віднімемо по 5 градусів, тобто для 60 та 70 градусів.

Спочатку розраховуємо піч при куті в 60 градусів. Для цього задаємо в програмі потрібний кут для розрахунку.

6	Ug180	Real	180
7	Ug1	Real	210

Рис. 4.3 введення потрібного градусу

Навантажуюмо обертову піч масою матеріалу

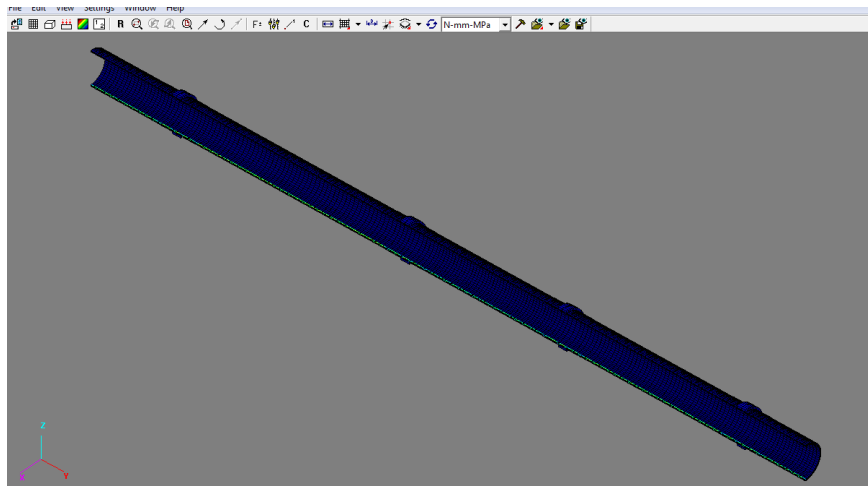


Рис. 4.4 Схема навантаження печі від матеріалу

Закріплюємо піч в точках дотику бандажів о опорних роликів

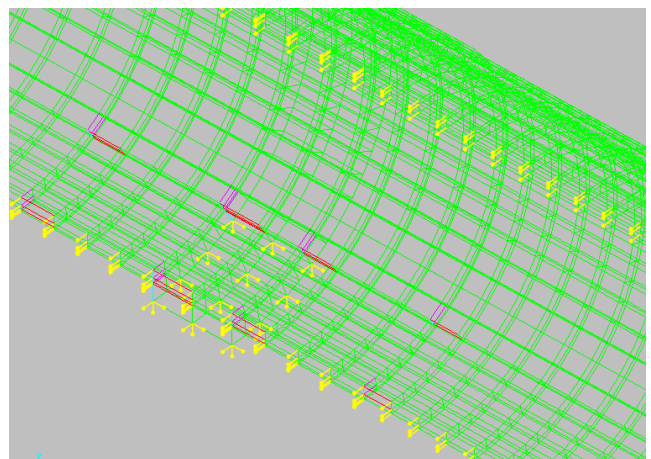
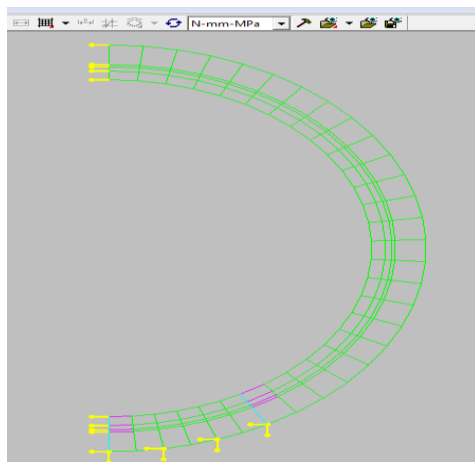


Рис. 4.5 Закріплення печі

Після цих операцій приступаємо до розрахунку напружень печі

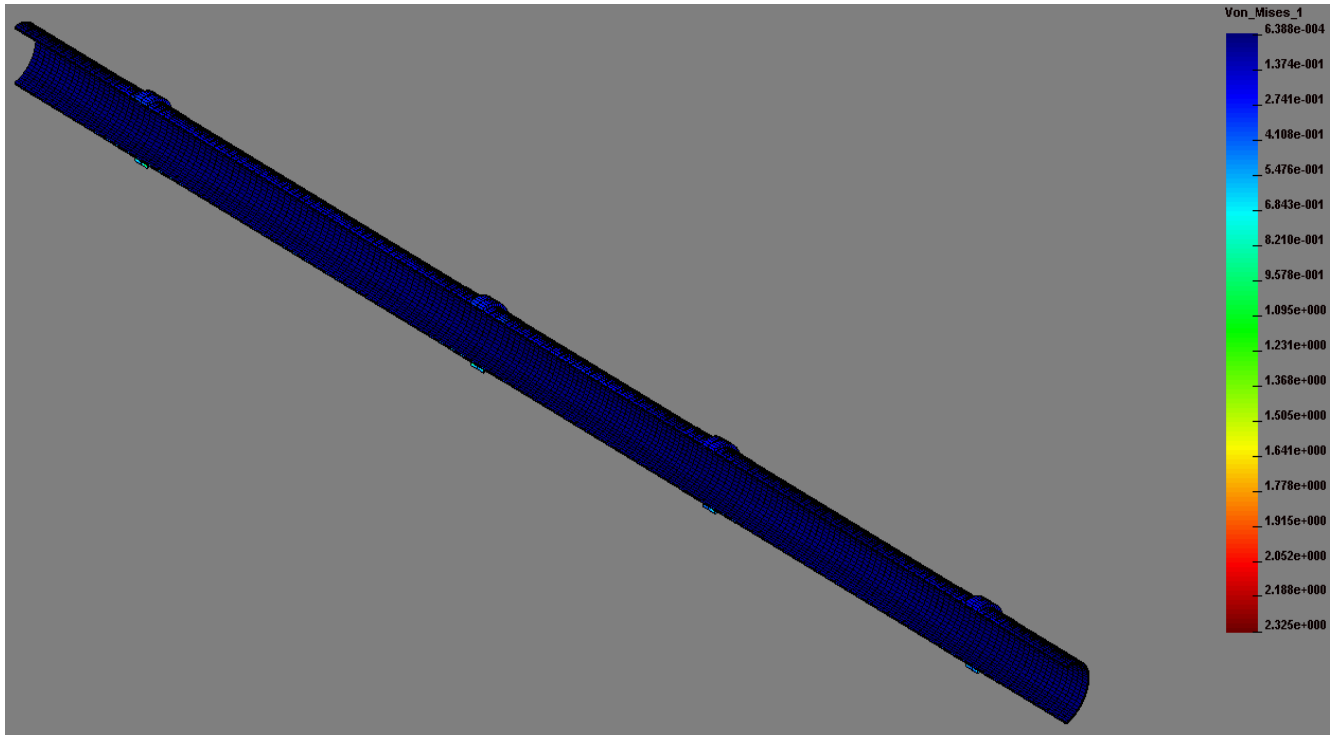


Рис.4.6 Напруження в обертовій печі

Розрахуємо напруження печі при 65 градусах. Для цього змінимо кут в вікні вихідних даних.

6	Ug180	Real	180
7	Ug1	Real	212.5

Після аналогічних навантажень і закріплень, які проводилися вище, отримуємо результат напружень.

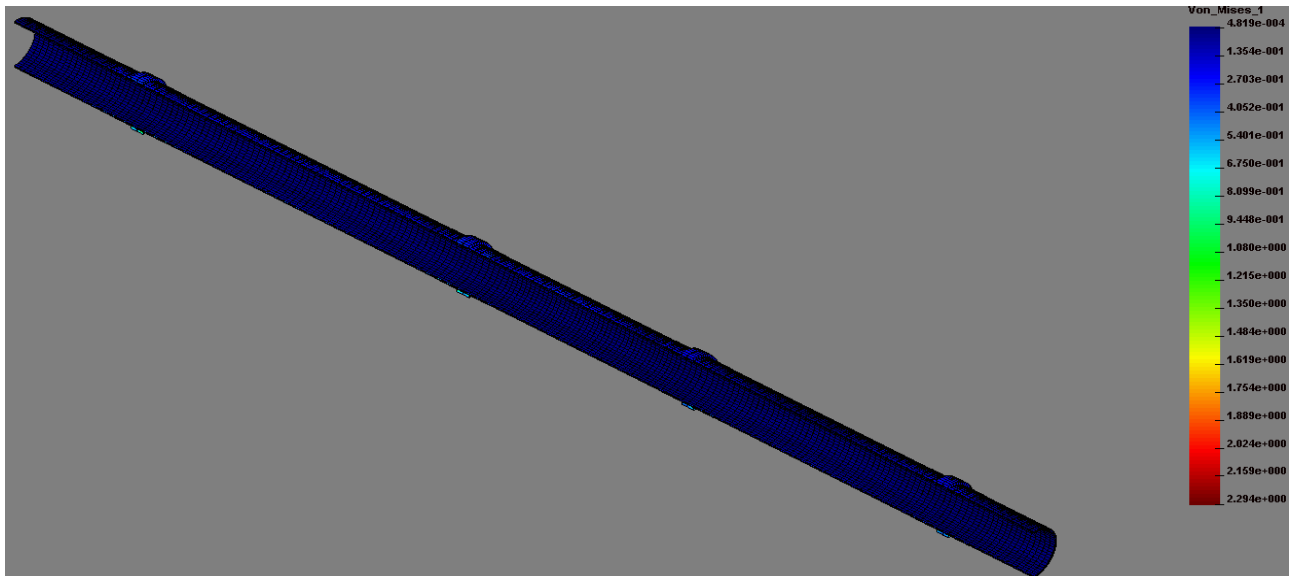


Рис. 4.7 Напруження в обертовій печі

Розрахуємо напруження печі при 70 градусах. Для цього змінимо кут в вікні вихідних даних.

5	Ug0	Real	360
6	Ug180	Real	180
7	Ug1	Real	215

Після аналогічних навантажень і закріплень, які проводилися вище, отримуємо результат напружень.

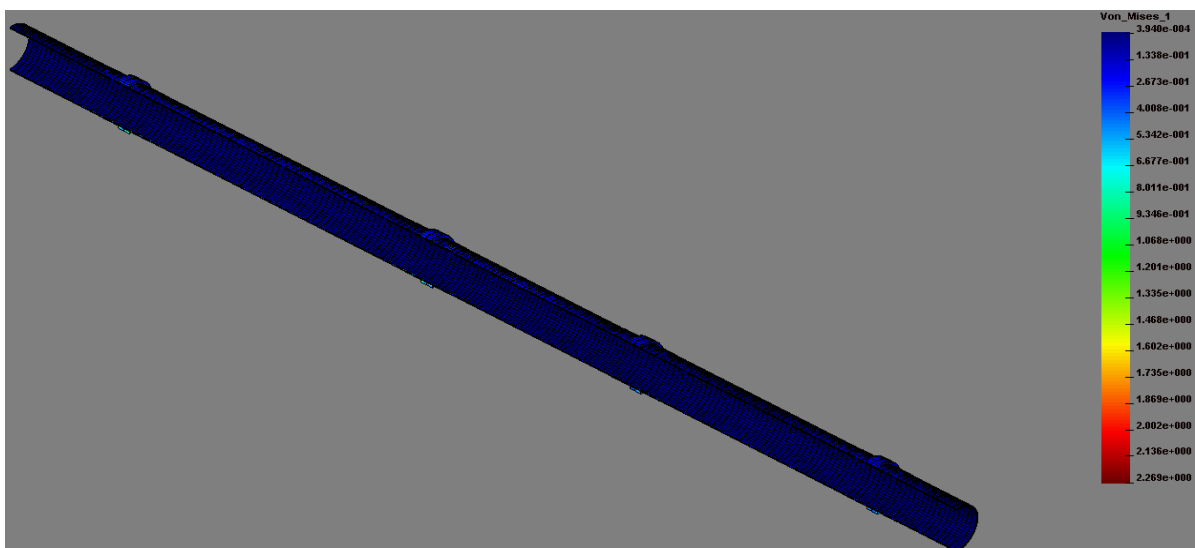


Рис.4.8 Напруження в обертовій печі

Висновок

При проведенні розрахунків обертової печі, було визначено, що напруження, які виникають в печі відрізняються в залежності того, при якому куті бандаж спирається на роликоопори. Найменші напруження виникають при куті в 70 градусів, а найбільші- при куті в 60 градусів, тому найбільш оптимальний варіант для розташування роликоопор – кут 70 градусів.

ЛІТЕРАТУРА

1. „Механическое оборудование предприятий вяжущих материалов и изделий из них. Курсовое проектирование” укладачі Федоров Г.Д., Иванов А.Н., Издательство при Харьковском Университете., 1986.
2. Лисиенко В. Г., Щелоков Я. М., Ладыгичев М. Г. Вращающиеся печи: теплотехника, управление и экология: Справочное издание: В 2-х книгах. Книга 1 / Под ред. В. Г.Лисиенко. - М.: Теплагехник, 2004.- 688 с
3. Методичні вказівки з дипломного проектування обладнання хімічного, полімерного і силікатного підприємств. Розділ – „Технологія хімічного машинобудування”, укладачі Глаз П.Г., Коваленко І.В., Малиновський В.В., Пристайлов С.О., К., НТУУ „КПІ” 1997р – 44с.
4. Справочник технолога-машиностроителя, т.1-2, М., Машиностроение, 1985г.
5. Д.Н. Решетов „Детали машин”, М., Машиностроение, 1989г.
6. Малиновський В.В., Коваленко І.В. Методические указания для выполнения курсовых проектов по дисциплине " Процессы и аппараты отрасли". Раздел "Оборудование для разделения, смешения и питания " для студентов машиностроительных и химико-технологических специальностей. - К.: КПИ, 1988.
7. Машины и аппараты химических производств. Под общей редакцией Соколова В.Н. – Л.: Машиностроение, 1982.
8. Сапожников М.Я. Машины та апарати промисловості будівельних матеріалів: Атлас конструкцій. —М.: Машгіз, 1979.
9. І. О. Мікульонок / Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв. Навчальний посібник. – К.: НТУУ “КПІ”, 2001. – 27 с.

1	ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ГІДРОУПОРА.....	2
1.1	Ескіз гідроупора.....	2
1.2	Специфікація до гідроупора.	3
1.3	Схема збирання гідроупора	6
1.4	Операційна карта збирання гідроупора	9
2	ТЕХНОЛОГІЯ СКЛАДАННЯ ОБЕРТОВОЇ ПЕЧІ.....	10
2.1	План-схема розміщення фундаментних болтів.....	10
2.2	Карти ескізів монтажу обертової печі.....	11
2.3	Операційна карта монтажу обертової печі	14
3	ЗМАЩЕННЯ МАШИНИ.....	17
3.1	Карта змащення.....	17
3.2	Схема змащення.....	18
	Література.....	19

					ЛПЗ71мп.043284-70ТЕ							
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Обертova піч з модернізацією опірної частини				Лім.		Арк.	Акцiшів
Розроб.	Легкiй С М											
Перевір.	Борщик С.О									1	18	
Реценз.									«КП»ім. І. Сікорського			
Н. Контр.												
Затверд.												